EPS
ANN/3 (2)

DR. 2 Nº 714

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

TOME XXXI.

Digitized by the Internet Archive
in 2019 with funding from
Wellcome Library

https://archive.org/details/s3id13208000

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE,

Par MM. GAY-LUSSAC et ARAGO.

TOME TRENTE-UNIÈME.

A PARIS,

Chez CROCHARD, Libraire, cloître Saint-Benoît, n° 16,
près la rue des Mathurins.

1826.

DE L'IMPRIMERIE DE FEUGUERAY,
rue du Cloître Saint-Benoît, n° 4.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

Des Changemens *dans le système de Minéralogie chimique, qui doivent nécessairement résulter de la propriété que possèdent les corps isomorphes, de se remplacer mutuellement en proportions indéfinies.*

Par Mr J. Berzelius.

Depuis que la chimie participe à la classification des minéraux, et que par conséquent on n'admet plus, pour en déterminer les espèces, l'observation exclusive de leurs caractères extérieurs qu'on appelle *physiques*, la méthode chimique a rencontré une difficulté dans la propriété que possèdent certains oxides de se remplacer, sans qu'il en résulte aucune altération de la forme cristalline; ce qui fait que, lorsque ces mêmes oxides forment des composés incolores, de pesanteurs spécifiques à-peu-près égales, on n'aperçoit dans le cristal aucune différence; il faut la découvrir par l'analyse chimique. Aussi les écoles de Werner et de Haüy, malgré leur définition de ce qui constitue l'espèce minéralogique,

ont-elles rangé sous une même espèce des cristaux de composition différente ; et pour éluder cette difficulté, Haüy dut avoir recours à l'admission de mélanges accidentels, qui auraient été moulés dans la forme particulière à une espèce, par la force de cristallisation de ses parties constituantes ; mais, au moment où les résultats d'analyses chimiques faites avec une grande précision et d'après des méthodes perfectionnées, allaient commencer une lutte dont l'issue était douteuse contre ce principe de l'école de Haüy : *que jamais deux corps différemment composés ne peuvent avoir la même forme cristalline, à moins qu'elle n'appartienne aux formes limites*, la question fut tout-à-coup décidée par une découverte aussi opportune qu'inattendue, celle de M. Mitscherlich, d'après laquelle des corps composés d'élémens différens, mais d'atomes en nombre égal, et combinés de la même manière, prennent la même forme cristalline. La lumière que cette découverte répandit sur la minéralogie a déjà été mise à profit par MM. Rose, Bonsdorff et Trolle-Wachtmeister, qui ont prouvé que les espèces appelées *pyroxène*, *amphibole* et *grenat*, comprennent un grand nombre de composés différens, formés d'une manière analogue ; en sorte que si l'espèce, d'après la définition généralement reçue, se compose de combinaisons semblables par leurs élémens et par leurs proportions, il entre dans les trois formes cristallines précitées un grand nombre d'espèces minéralogiques ; car la plupart des pyroxènes, amphiboles et grenats de divers endroits diffèrent entre eux par le nombre et la proportion de leurs élémens, quoique ces élémens soient combinés de la même manière. Toutefois, il n'est cer-

tainement aucun minéralogiste qui ne fût choqué de l'idée de faire une espèce particulière de chaque amphibole ou grenat différemment composé ; mais on ne peut pas non plus considérer comme identique ce qui ne l'est pas. Que faut-il donc faire ?

Je ne crois pas que nos connaissances soient encore assez avancées pour permettre de résoudre cette question d'une manière satisfaisante, et de là naît la difficulté d'un prémier essai pour traiter la minéralogie d'après les principes chimiques. S'il est vrai, d'un côté, que, par exemple, deux grenats, qui n'ont d'autre élément commun que la silice, ne peuvent pas être considérés comme de la même espèce, il ne l'est pas moins de l'autre, qu'ils peuvent différer d'une infinité de manières ; et comme on ne doit pas prendre pour identique ce qui ne l'est pas, qu'on ne peut pas non plus établir des variétés sans fin, il faut chercher entre ces deux extrêmes un juste milieu qu'il n'est pas aisé de trouver. Cependant il est nécessaire d'adopter un moyen, sauf à l'abandonner pour un meilleur, lorsque la science aura fait de nouveaux progrès.

Il est donc clair maintenant que cette définition de l'espèce minéralogique, jusqu'ici généralement reçue : *Les mêmes élémens combinés dans les mêmes proportions,* qu'on y ajoute ou non l'expression de Haüy *avec les mêmes formes limites cristallines*, ne peut plus être admise dans tous les cas où il s'agit de substitutions isomorphes ; et en attendant qu'on ait trouvé un principe généralement applicable, il faut adopter pour ces cas un point de vue particulier. D'un côté, la forme cristalline; de l'autre, la formule de composition, les signalent

comme un groupe de combinaisons qui, par leur plus ou moins de conformité entre elles, imitent absolument les rapports de genre et d'espèce dans la classification des êtres vivans. Le genre est déterminé par la formule chimique et par la forme géométrique; l'espèce l'est par les élémens. Pour plus de clarté, reprenons l'exemple du grenat. Sa forme cristalline est généralement connue, et la formule de sa composition est, d'après M. Trolle-Wachtmeister, R signifiant radical, $\dddot{R}^3 \dddot{Si}^2 + 2 \dddot{R} \dddot{Si}$. Ces deux formules déterminent le genre grenat. M. Wachtmeister a prouvé en outre que $\ddot{R}$ peut être de la chaux, de la magnésie, du protoxide de fer ou de manganèse, soit un seul de ces élémens, soit plusieurs ou même tous ensemble; et que $\dddot{R}$ peut être ou de l'alumine ou du deutoxide de fer, tantôt seuls, tantôt combinés l'un avec l'autre. Il ne peut donc pas résulter de ces principes moins de huit espèces ou prototypes de grenats différens, dont le mélange produit des variétés en si grand nombre que ce serait en vain qu'on voudrait les distinguer. Je citerai un second exemple tiré d'une autre espèce de minéraux, où l'on a trouvé moins souvent de l'isomorphisme. La chabasie se compose, d'après les analyses de $CS^2 + {}^3 AS^2 + 6. Aq$, et une petite portion de chaux y est représentée par la potasse. J'ai récemment analysé une chabasie, que l'on m'avait donnée sous le nom de *levyine*, dans laquelle une petite partie de la chaux était remplacée et par de la potasse et par de la soude. M. Arfvedson a analysé une chabasie d'Ecosse, où presque toute la chaux était remplacée par de la soude et de la potasse. Il est donc clair qu'il y a des chabasies qui contien-

nent principalement de la chaux, et d'autres de la soude; que dans toutes, les bases chaux, soude et potasse, peuvent se suppléer en proportions variables, et qu'ainsi les chabasies de divers lieux peuvent être différemment composées; mais qu'elles conservent néanmoins la même formule générale de composition. Selon M. Beudant, les cristaux du système rhomboïdal ont, dans leurs substitutions isomorphes, des angles qui sont semblables, mais pas absolument identiques (au lieu que dans le système régulier c'est toujours le contraire); de sorte qu'après avoir bien mesuré les angles d'une dolomie, on peut déterminer la quantité relative de chaux et de magnésie dans le carbonate de chaux et de magnésie, d'après la mesure prise séparément de leurs angles, qui se rapprochent beaucoup, mais ne sont pas tout-à-fait égaux. Si tel est aussi le cas du bisilicate de soude, chaux et potasse dans les cristaux rhomboïdaux de la chabasie, il est clair que les minéralogistes habitués à bien mesurer les cristaux, trouveront des chabasies avec des angles différens; et l'on aurait aussi peu raison d'en faire des espèces distinctes que des dolomies composées de chaux et de magnésie en différentes proportions. Je présume que c'est d'une pareille circonstance que dérive le nouveau nom de *levyine*, donné à la chabasie que j'ai examinée. Nous avons donc ici des genres, des espèces et des variétés; ou, si l'on désapprouve le nom de genres, nous avons des espèces, sous-espèces et variétés. Ce que je viens de dire du grenat et de la chabasie convient également au pyroxène, à l'amphibole, au mica, etc.

Mais ces idées ne peuvent pas être appliquées à la

classification systématique générale, sans qu'il en résulte une déviation de la méthode ordinaire. Certaines formules générales de composition chimique ne présentent pas la même forme cristalline ; par exemple, le feldspasth et l'albite ont une même formule, mais non une même forme cristalline, et doivent par conséquent être considérés comme des espèces plus distinctes que deux grenats ou amphiboles de composition différente.

Je vais maintenant tâcher de faire voir que les difficultés peuvent être levées, en grande partie, au moyen d'un changement de classification chimique. J'ai démontré, dans un précédent Essai, que les produits du règne minéral sont le mieux rangés dans l'ordre des rapports électro-chimiques de leurs élémens, et qu'ils peuvent être placés d'après leur principe le plus électro-positif, ou le plus électro-négatif. Chacune de ces méthodes a ses avantages, et on les emploie également bien. J'ai cependant donné la préférence, dans mon ancien Essai d'un système chimique de minéralogie, à celle qui groupe les familles d'après les élémens électro-positifs. Je me fondais sur ce que la plupart des substances électro-positives impriment à leurs combinaisons avec les négatives des caractères particuliers qui se conservent plus ou moins bien dans tous les minéraux où ils se trouvent : tels sont le plomb, le cuivre, le cobalt, le nickel, le fer, la baryte, etc. ; et comme ces composés sont souvent l'objet de travaux ayant pour but d'en extraire une pareille substance électro-positive, il me parut que la commodité pour l'application de la science à la pratique, qui résulte de ce que les combinaisons de ces métaux forment des classes séparées, devait com-

penser la commodité, qui n'est pas non plus à dédaigner de l'autre classification, où, par exemple, tous les sulfures métalliques sont, comme tous les silicates, rangés ensemble. On ne pressentait pas alors les difficultés que devait faire naître l'échange qui a lieu entre les corps isomorphes. En considérant les modifications que cette circonstance, maintenant constatée, doit introduire dans l'ordonnance systématique, il saute d'abord aux yeux que là où les échanges isomorphes sont les plus fréquens, la classification doit être, sinon impossible, du moins beaucoup plus difficile. Les excellens travaux de M. Mitscherlich ont fait connaître que ces substitutions peuvent avoir lieu entre les corps électro-négatifs comme entre les positifs, sans changer la figure des cristaux; mais, dans les combinaisons que présente le règne minéral, on trouve de fréquens échanges entre les corps positifs les plus communs, tandis que parmi les négatifs on n'en a encore découvert que dans les acides phosphoriques et arséniques, qui sont plus rares. S'il se présentait aussi fréquemment, dans le règne minéral, des corps négatifs isomorphes avec le soufre ou avec la silice, l'une et l'autre classifications offriraient les mêmes difficultés. Il doit donc y en avoir moins à ranger les corps d'après leurs principes électro-négatifs. Toutefois, lorsqu'on veut y placer les combinaisons variables par l'isomorphisme des bases, on rencontre les mêmes difficultés pour les ranger entre elles, que dans la classification d'après l'élément le plus électro-positif; mais là ces difficultés sont de moins d'importance. J'ai d'ailleurs fait voir, dans mon ancien Essai, non-seulement que la disposition électro - négative a beaucoup

d'avantages ; mais aussi que, dans cette méthode, toutes les combinaisons oxigénées étant rangées sous l'oxigène, la première classe de la minéralogie, celle qui est purement inorganique, y est subdivisée en deux parties, dont l'une comprend les minéraux oxidés, et l'autre ceux qui ne le sont pas.

Dans tous les anciens systèmes, y compris ceux de Werner et de Haüy, on a tâché de conserver l'avantage qui résulte de la classification d'après l'élément positif. Chaque métal, proprement dit, y compose une famille qui embrasse toutes ses combinaisons. Il faut renoncer à cet avantage dans la classification, d'après le principe négatif. Plus d'un minéralogiste n'aimera peut-être pas chercher le fer, le cuivre, l'argent, dans plusieurs familles où ils se trouvent dispersés. Je dois donc faire voir comment la classification d'après l'élément positif peut s'adapter aux échanges isomorphes. Ainsi que chaque base a son sulfate, de même et tout aussi bien les composés grenat, tourmaline, piroxène, peuvent être placés sous plusieurs bases : alors les noms *alun*, *grenat*, *tourmaline*, ne désignent plus des espèces minéralogiques; ils indiquent seulement, ce qui est aussi plus juste, des modes de combinaison ; mais l'échange des bases en proportions indéfinies dans les composés, jette cependant de l'incertitude sur la place qu'on doit assigner à tel ou tel grenat; et quelquefois il peut être également bien placé en plusieurs endroits; ce qui prouve toujours un vice dans le principe de classification. Ainsi, quelque méthode qu'on adopte, on ne pourra pas éviter, en suivant strictement le principe, de rencontrer quelque chose qui choque par sa nouveauté ; mais je dois

ajouter qu'une chose, pour nous paraître nouvelle, ne doit pas être rejetée comme fausse.

Il me semble donc démontré : 1° que lorsqu'il se présente des minéraux à substitution isomorphe, il n'est pas possible, dans l'état actuel de nos connaissances, de déterminer d'une manière satisfaisante quels sont ceux qui composent des espèces minéralogiques ; et 2° que ces échanges ayant lieu principalement entre les principes électro-positifs des minéraux, leur classification, d'après le principe le plus positif, ne peut être employée sans de grandes difficultés.

Dans un système qui coordonne les minéraux d'après leur élément le plus négatif, les combinaisons où les bases isomorphes se remplacent peuvent être naturellement rangées l'une auprès de l'autre, et il importe moins qu'on sépare ou non les minéraux en espèces différentes, pourvu qu'on sache ce qui n'est pas parfaitement identique, et que, dans la description spéciale du système, on indique les limites, et qu'on montre que ces espèces peuvent varier à l'infini. Lorsqu'on suit strictement la classification électro-négative, les composés, surtout dans les grandes familles, se rangent d'une manière si frappante dans l'ordre de leurs caractères extérieurs, qu'ils n'auraient pu l'être mieux d'après le système de Werner, où cette analogie des caractères extérieurs était le principe dominant ; circonstance qui doit certainement beaucoup favoriser l'adoption de cette méthode.

Je vais essayer de ranger les minéraux d'après leur élément négatif, en conservant leur grande division en deux classes : celle des minéraux de composition inor-

ganique, et celle de composition organique. La première comprend dix huit familles qui se suivent, depuis la plus positive jusqu'à la plus négative, dans l'ordre suivant : fer, cuivre, bismuth, argent, mercure, palladium, platine, osmium, or, tellure, antimoine, arsenic, carbone, azote, sélénium, soufre, oxigène et chlore. Les huit premières ne se composent que d'une ou de deux espèces ; mais les suivantes en comprennent un grand nombre, et sous l'oxigène sont rangés tous les minéraux oxidés. Il ne m'a point paru qu'il pût être commode ou utile de subdiviser ces dix-huit familles, et la distinction entre les corps oxidés et inoxidés s'ensuit d'elle-même. La place assignée au chlore, à la suite de l'oxigène, est une déviation de l'ordre strict qui peut être défendue par la raison que le chlore chasse l'oxigène des bases même les plus fortes, et n'est chassé par l'oxigène que des bases les plus faibles ; mais le chlore, dans les acides qu'il forme, est positif relativement à l'oxigène, et devrait par conséquent le précéder. Si je l'ai placé ici après l'oxigène, c'est parce que cette dernière famille se termine par des sels, et que celle du chlore n'est presque composée que de sels. Si l'iode venait à appartenir au règne minéral, je le placerais entre l'oxigène et le chlore.

Classification des Minéraux d'après leur élément le plus électro-négatif.

1re Classe. *Minéraux composés à la manière des substances inorganiques.*

1. *Famille. Fer.*

Fer météorique. Fe, (Ni, Co, Ch.)

2. *F. Cuivre.*

Cuivre natif.	Cu.

3. *F. Bismuth.*

Bismuth natif.	Bi.

4. *F. Argent.*

Argent natif.	Ag.

5. *F. Mercure.*

Mercure natif.	Hg.
Amalgame.	Ag. Hg^2.

6. *F. Palladium.*

Palladium natif.	Pa.

7. *F. Platine.*

Platine natif.	Pt.

8. *F. Osmium.*

Osmiure d'iridium.	Ir OS^x.

9. *F. Or.*

Or natif.	Au.
Electrum ou Or argentifère.	Ag Au.

10. *F. Tellure.*

Tellure natif.	Te.
Tellurures. Bismuth telluré.	Bi. Te^x.
Plomb telluré.	(Au Te^3 + 4.Pb Te^2 (+ 2PbS^2).
Argent telluré (*T. feuilleté*).	Ag Te^2 + 2 PbTe^2 + 3 Au Te^3.
T. graphique.	Ag Te^2 + 3 Au Te^3.

11. *F. Antimoine.*

Antimoine natif.	Sb.
Stibiures. Argent antimonial.	Ag^2 Sb.

12. *F. Arsenic.*

Arsenic natif.	As.
Arséniures. Nickel arsenical (kupfer-nickel).	Ni As.

— — —	Ni As^2.
Cobalt arsenical.	Co As.
— — —	Co As^2.
Bismuth arsénié.	Bi As^x.
Cuivre arsénié.	Cu As^x.
Argent arsénié.	Ag As^x.
Antimoine arsénié (testacé).	Sb As^x.
13. *F. charbon.*	
Diamant.	C.
Charbon fossile.	
Anthracite.	
Carbures. Graphite.	Fe C^x.
14. *F. azote.*	
Gaz azote.	Az.
15. *F. sélénium.*	
Séléniures. Plomb sélénié (1).	Pb Se^2.
Cuivre sélénié.	Cu Se.
Eukairite.	2 Cu Se + Ag Se^2.
16. *F. soufre.*	
Soufre natif.	S.
Sulfures. Manganèse sulfuré.	Mn S^2.
Zinc sulfuré (blende).	Zn S^2.
Pyrite.	
a. Pyrite jaune.	Fe S^4.
b. Pyrite blanche.	
c. Pyrite magnétique.	$FeS^4 + 6FeS^2$.
Cobalt sulfuré.	$FeS^4 + 4CuS + 12CoS^3$.
Nickel sulfuré.	NiS^2.
Cuivre sulfuré.	

(1) Du Hartz. Analyse par M. H. Rose, qui vient de découvrir plusieurs métaux séléniés fossiles.

a. Cuivre sulfuré gris.	CuS.
b. Cuivre sulf. hépatique.	FeS^2+4CuS.
c. Cuivre sulfur. pyriteux.	$CuS+FeS^3$.
Galène.	PbS^2.
Bismuth sulfuré.	BiS^2.
Nadelerz.	$PbS^2+2CuS+2BiS^2$.
Wismuth-kupfererz.	$2BiS^2+3CuS$?
Etain pyriteux.	SnS^2+2CuS.
Argent sulfuré.	AgS^2.
Cuivre s.-argentifère.	$2CuS+AgS^2$.
Wismuth-bleyerz.	$FeS^2+AgS^2+2PbS^2+2BiS^2$?
Cinabre.	HgS^2.
Antimoine sulfuré.	SbS^3.
Nickel-spiesglanzerz.	$NiAs$, $NiSb$, SbS^3.
Bournonite.	$CuS+PbS^2+SbS^3$.
Endellione? (*Schwartzerz.*)	$CuS+xSbS^3$.
Weisgültigerz.	
a. Dunkel.	PbS^2, SbS^3.
b. Licht.	PbS^2, AgS^2, SbS^3, $NiAs$.
Cuivre gris.	
Argent rouge.	$2SbS^3+3AgS^2$.
Molybdène sulfuré.	MoS^3.
Arsenic sulfuré.	
a. Realgar.	AsS^2.
b. Orpiment.	AsS^3.
Sulfo-arséniures.	
Misspickel.	FeS^4+FeAS^2.
Cobalt gris.	CoS^4+CoAS^2.
Nickel gris.	NiS^4+NiAS^2.
17. *F. oxigène.*	
Gaz oxigène.	O
a. Oxides électro-positifs.	
Deutoxide de manganèse.	$\dot{M}n$. *Mn.*

Manganèse métalloïde.	$\dddot{Mn}$.
Zinc rouge.	$\ddot{Zn}.Zn$.
Fer oligiste.	$\dddot{Fe}\ F$.
Fer oxidulé.	$\ddot{Fe}\ \dddot{Fe}^2.fF^3$.
Francklinite.	$\ddot{Zn}\ \dddot{Fe}^2+\ddot{Mn}\ \dddot{Fe}^2.\left.\begin{matrix}nZ\\mn\end{matrix}\right\}F^3$.
Cobalt terreux.	$\dddot{Co}+\dddot{Mn}+3Aq$.
Cuivre rouge.	$\dot{Cu}$.
Cuivre noir.	$\ddot{Cu}$.
Plomb massicot.	$\ddot{Pb}$.
Minium.	$\dddot{Pb}$.
Bismuth oxidé.	$\ddot{Bi}$.
Urane noir.	$\ddot{U}$.
Etain oxidé.	$\dddot{Sn}$.
b. Oxides électro-négatifs.	
Eau.	$\dot{H}H$. Aq.
Hydrates. Brucite.	$\ddot{Mg}\ Aq^2$. $M\ Aq$.
Manganèse terne.	$\dddot{Mn}\ Aq$. $Mn^3\ Aq$.
Fer oxidé hydraté.	$\dddot{Fe}^2\ Aq^3$. $F^2\ Aq$.
Urane oxidé hydraté.	$\dddot{U}\ Aq^x$.
Alumine (corindon, télésie).	$\dddot{Al}$. A.
Aluminates. Spinelle.	MA^6.
Pléonaste.	$\left.\begin{matrix}M\\f\end{matrix}\right\}A^6$.
Gahnite.	$Zn\ A^6$.
Candite.	MA^2+FA^2.
Plomb-gomme.	PbA^6+6Aq.
Gibbsite.	$A\ Aq$.

— — — $F^2Aq + 3A^2Aq$.

Diaspore. $\left.\begin{matrix} A^3 \\ F^3 \end{matrix}\right\} Aq$.

Silice.

Avec ses variétés de formes cristallines, d'agrégation et de couleurs.

Silicates avec une seule base.

1. Silicates de chaux.

— — — CS^3.

Wollastonite (spth. en tables). CS^2.

2. Silicates de magnésie.

Serpentine. MS^3.

Stéatite. $MS^3 + \frac{1}{4}Aq$.

Ecume de mer. $MS^3 + 2Aq$.

Pyrallolithe. MS^2.

Marmalithe. $MS + Aq$.

Hydro-silicates de magnésie.

Serpentine noble. $MS^3 + MAq$.

Serpentine de Gullsjo? (1) $MAq^2 + 2MS^2$.

3. Silicates de zinc.

Zinc silicaté. $ZnS + \frac{1}{2}Aq$.

4. Silicates de manganèse.

Manganèse silicaté rouge. MnS^2.

— — — noir. $MnS + Aq$.

— — métalloïde ? Mn^3S.

5. Silicates de cérium.

Cérite. CeS.

6. Silicates de fer.

Hisingrite.

---

(1) Incolore, translucide. Analysée par M. Mosander.

Chlorophæite.

Chloropale. $fS^3+3Aq.$

7. Silicates de cuivre.

Dioptase. CuS^2+2Aq ?

Malachite silicifère.

8. Silicate de zircone.

Zircon (Hyacinthe). $ZrS.$

9. Silicate d'alumine.

Disthène. $A^2S.$

Argile plastique. $AS^3.$

—— bleue. AS^2 ?

Argiles en général.

b. Silicates à plusieurs bases. 1. Silicates à base alcaline avec silicate d'alumine et avec eau de cristallisation.

Zéolithes.

Apophyllite. $KS^6+8CS^3+16Aq.$

Chabasie.

a. Chabasie à base de soude. $\left.\begin{matrix}N\\K\end{matrix}\right\}S^2+3AS^2+6Aq.$

b. Chabas. à base de chaux (Levyne). $\left.\begin{matrix}C\\N\\K\end{matrix}\right\}S^2+3AS^2+6Aq.$

Mésotype. $NS^3+3AS+2Aq.$

Mésolithe. $NS^3+2CS^3+9AS+8Aq.$

Mésolithe de Hauenstein. $NS^3+CS^3+6AS+6Aq.$

Mésole. $NS^2+2CS^3+9AS+8Aq.$

Analcime. $NS^2+3AS^2+2Aq.$

Thomsonite. $NS^2+3CS+12AS+10Aq.$

Stilbite. $CS^3+3AS^3+6Aq.$

(S. - dodécaèdre lamelliforme). $\left.\begin{matrix}C\\N\end{matrix}\right\}S^3+3AS^3+6Aq.$

Heulandite (S.-anamorphique). $CS^3+4AS^3+6Aq.$

Brewstérite.	$\left.\begin{matrix}C\\N\end{matrix}\right\} S^3+4AS^3+8Aq.$
Laumonite.	$CS^2+4AS^2+6Aq.$
Scolézite.	$CS^3+3AS+3Aq.$
Harmotome.	$BS^4+4AS+6Aq.$
Prehnite.	$C^2S^3+3AS+Aq.$

2. Silicates à base alcaline avec silicate d'alumine, sans eau.

Feldspath.	$KS^3+3AS^3.$
Albite.	$NS^3+3AS^3.$
Pétalite.	$LS^6+3AS^3.$
Triphane.	$LS^3+3AS^3.$
Spodumêne à base de soude.	$\left.\begin{matrix}N\\K\\C\\M\end{matrix}\right\} S^3+3AS^3.$
Leucite (amphigène).	$KS^2+3AS^2.$
Labrador.	$NS^3+3CS^3+12AS.$
Parantine.	$\left.\begin{matrix}C\\N\end{matrix}\right\} S^2+2AS.$
Meionite.	
Skapolithe.	
Wernerite.	
Ekebergite.	$CS^2+3NS^2+8AS.$
Elæolithe.	$\left.\begin{matrix}N\\K\end{matrix}\right\} S+3AS.$
Népheline.	$NS+3AS.$
Sodalithe.	$NS^2+2AS.$
Ittnérite.	$CS+2NS+9AS.$
Scolézite anhydre.	$CS^3+3AS.$
Andalusite ?	

Appendix.

Perlsten. Spærulithe.

Résinite.

Obsidienne.

Marécanite.

3. Silicates à base alcaline avec silicates de magnésie (parfois remplacée par du fer ou du manganèse oxidulés), et avec silicate d'alumine.

Talc.

Agalmatholithe.

Pimelithe.

Cimolithe.

Chlorite.

Talc zoographique. (Grünerde.)

Mica.

a. Mica à base de potasse.

b. Mica magnésien.

c. Mica à base de potasse et de lithine.

Giesekite.

Pinite.

Fahlunite.

4. Silicate à base alcaline avec silicate de fer.

Achmite. $NS^3 + 2FS^2$.

5. Silicates de chaux avec silicates de magnésie, souvent remplacés par du fer oxidulé, plus rarement par du manganèse oxidulé, et la silice quelquefois étant remplacée par de l'alumine.

Pyroxène.

a. Pyroxène blanc. $CS^2 + MS^2$.

b. Pyroxène vert. $CS^2 + \left.\begin{matrix} M \\ f \end{matrix}\right\} S^2$.

c. Hedenbergite. $CS^2 + fS^2$.

d. Manganésifère. $CS^2 + \left.\begin{matrix} M \\ f \\ mn \end{matrix}\right\} S^2$.

e. Augite. $CS^2 + \left.\begin{matrix} M \\ f \end{matrix}\right\} \left\{\begin{matrix} S^2. \\ A^x. \end{matrix}\right.$

Amphibole.

a. Grammatite. CS^3+MS^2.

b. Actinote. $CS^2+\left.\begin{matrix}M\\f\end{matrix}\right\}S^2$.

c. Hornblende. $CS^3+\left.\begin{matrix}M\\f\end{matrix}\right\}\left\{\begin{matrix}S^2.\\A^2.\end{matrix}\right.$

6. Silicates de chaux, de magnésie, de fer et de manganèse oxidulés.

Ilvaite. $CS+4fS$.

Cronstedtite. $mnS+6fS+9Aq$.

Pyrosmalithe. mnS^2+fS^2.

Chrysolite (olivine). $\left.\begin{matrix}M\\f\end{matrix}\right\}S$.

Diallage. fS^2+3MS^2.

Hypersthène. fS^2+MS^2.

7. Silicates de chaux, souvent remplacée par la magnésie, par le fer ou le manganèse oxidulés, avec silicates d'alumine, parfois remplacée par le fer peroxidé.

Epidote.

a. Zoisite. $CS+2AS$.

b. Pistacite. $\left.\begin{matrix}C\\f\end{matrix}\right\}S+2AS$.

Idocrase.

a. Vésuvienne (commune).

b. Loboite (qui contient magnésie).

c. Cyprine (cuprifère).

Essonite.

Grenat.

a. Grossulaire. $CS+AS$.

b. Aplome. $CS+FS$.

c. Almandin. $fS+AS$.

d. Grenat magnésien.

e. Grenat manganésien.

f. Pyrope. $\left.\begin{matrix} C \\ M \\ f \\ Chr \end{matrix}\right\} S+AS.$

g. Grenats mélangés. $\left.\begin{matrix} C \\ M \\ f \\ mn \end{matrix}\right\} S+\left.\begin{matrix} A \\ F \end{matrix}\right\} S.$

Gehlénite. $2CS+\left.\begin{matrix} A^2 \\ F^2 \end{matrix}\right\} S.$

Anthophyllite.

Cérine, allanite. $CS+2AS, ceS, fS.$

Dichroite. $\left.\begin{matrix} M \\ f \\ mn \end{matrix}\right\} S^2+3AS.$

Néphrite.

Pierre de savon. $MS^2+AS^2.$

Sordanvalithe. $MS^2+2fS^2+3AS^2.$

Karpholithe. $\left.\begin{matrix} mn \\ f \end{matrix}\right\} S+3AS+9Aq.$

Silicio-aluminates : Saphirin. $\left.\begin{matrix} M \\ f \end{matrix}\right\} S+5A.\left.\begin{matrix} M \\ f \end{matrix}\right\} \left\{\begin{matrix} A^6. \\ S^6. \end{matrix}\right.$

Chamoisite. $f^2A+2fS.$

8. Silicates d'oxide de fer et d'alumine.

Staurotide. $\left.\begin{matrix} A^4 \\ F^4 \end{matrix}\right\} S.$

9. Silicates de glucine et d'alumine.

Smaragdite (émeraude). $GS^4+2AS^2.$

Euclase. $GS^2+2AS.$

Cymophane. $?A^4S+2GA^4.$

10. Silicates d'yttria avec silicates de fer, de cérium, etc.

Gadolinite :

a. d'Ytterby. $ce^2S+f^2S+4YS.$

b. de Kararfvet. $\left\{ \begin{array}{l} YS,\ CS^2,\ mnS. \\ fS,\ GS,\ ceS. \end{array} \right.$

Orthite.

Pyrorthite.

11. Silicates de zircone avec d'autres silicates.

Eudialyte. $\left. \begin{array}{l} N \\ f \\ Zr \\ C \\ mn \end{array} \right\} S.$

Oxide de titane (*acide titanique*).

a. Rutile. $\dddot{T}\dddot{i}$.

b. Anatase.

Titanates : Titanates.

a. Titanates de protoxide de fer.

b. Titanates de fer oxidé (craitonite).

Polymignite (1).

Silicio-titanates : Sphène. $CTi^6 + CS^6$.

Acide tantalique. $\dddot{T}a$.

Tantalates : Yttrotantale :

a. Noir. $\left. \begin{array}{l} \ddot{C}a^3 \\ \ddot{Y}^3 \\ \ddot{F}e^3 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \dddot{T}a^2. \\ \\ \dddot{w}^2. \end{array}$

b. Brun. $\left. \begin{array}{l} \ddot{Y}^3 \\ \ddot{C}a^3 \end{array} \right\} \dddot{T}a.$

---

(1) De Fredricwern en Norwège. Ce minéral est composé d'acide titanique combiné avec de la zircone, de la chaux, de l'yttria, des protoxides de fer, de manganèse et de cérium. Il contient en outre des traces de potasse, de magnésie, de silice et de l'oxide d'étain. Le mot *polymignite* signifie un mélange de plusieurs substances.

c. Jaune.	$\left.\begin{matrix}\ddot{Y}^3 \\ \dddot{U}^2\end{matrix}\right\} \dddot{T}a^2.$
Tantalite :	
a. de Kimito.	$\ddot{M}n\ \dddot{T}a^2 + \ddot{F}e\ \dddot{T}a^2.$
b. de Finbo.	$\left.\begin{matrix}\ddot{M}n \\ \ddot{F}e\end{matrix}\right\} \left\{\begin{matrix}\dddot{T}a^2. \\ \ddot{S}n.\end{matrix}\right.$
c. de Broddbo.	$\left.\begin{matrix}\ddot{M}n \\ \ddot{F}e \\ \ddot{C}a\end{matrix}\right\} \left\{\begin{matrix}\dddot{T}a^2. \\ \dddot{w}^2. \\ \ddot{S}n.\end{matrix}\right.$
d. de Bayern.	$\ddot{M}^3\ \dddot{T}a^4 + 4\ddot{F}e^3\ \dddot{T}a^4.$
d. de Kimito (mais donnant une poudre de couleur cannelle).	$\left.\begin{matrix}\ddot{F}e \\ \ddot{M}n\end{matrix}\right\} \dddot{T}a^2.$
Oxide d'antimoine.	$\dddot{S}b.$
Antimoine oxi-sulfuré.	$\dddot{S}b + 2SbS^3.$
Acide antimonieux.	$\dddot{S}b.$
Acide tungstique.	$\dddot{W}.$
Tungstates : Schéelites.	$\ddot{C}a\ \dddot{W}^2.$
Wolfram.	$\ddot{M}n\ \dddot{W}^2 + 3\ddot{F}e\ \dddot{W}^2.$
Tungstate de plomb.	$\ddot{P}b\ \dddot{W}^2.$
Acide molybdique.	$\dddot{M}o.$
Plomb molybdaté.	$\ddot{P}b\ \dddot{M}o^2.$
Chrôme oxidé.	$\dddot{C}hr.$
Fer chromé.	
Plomb chromaté.	$\ddot{P}b\ \dddot{C}hr.$

Vauquelinite. $2\ddot{Pb}^3 \dddot{Chr}^2 + \ddot{Cu}^3 \dddot{Chr}^2$.

Acide borique.

Acide borique hydraté. $\dddot{Bo}\,Aq^6$.

Borates : Tinkal. $\ddot{N}\,\dddot{Bo}^2 + 20Aq$.

Boracite. $\ddot{\dddot{M}}Bo$.

Borosilicates : Datholithe. $\ddot{Ca}\,\dddot{Bo}^2 + \ddot{Ca}\,\dddot{Si}^2 + Aq$.

Bothryolithe $\ddot{Ca}\,\dddot{Bo} + \ddot{Ca}\,\dddot{Si}^2 + Aq$.

Tourmaline.

a. Tourmaline à base de potasse.

b. — à base de lithine.

c. — à base de magnésie.

Axinite.

Gaz acide carbonique. $\ddot{C}$.

Carbonates : Soude carbonatée. $\ddot{Na}\,\ddot{C}^2$.

Withérite. $\ddot{Ba}\,\ddot{C}^2$.

Strontianite. $\ddot{Sr}\,\ddot{C}^2$.

Chaux carbonatée. $\ddot{Ca}\,\ddot{C}$.

a. Arragonite.

b. Spath calcaire.

Magnésie carbonatée.

a. Magn. carb. dure
b.—terreuse (giobertite). } $\ddot{M}\,\ddot{C}^2$.

c. — avec eau de cristallisation. $\ddot{M}\ddot{C} + 6Aq$.

d. Magnésie blanche. $\ddot{M}Aq^{8} + 3\ddot{M}\ddot{C}^{2}$.

e. Dolomie. $\ddot{C}a\ddot{C}^{2} + \ddot{M}\ddot{C}^{2}$.

f. Miemite.

g. Gurofianite.

Manganèse carb. $\left.\begin{matrix}\ddot{C}a \\ \ddot{M}n\end{matrix}\right\}\ddot{C}^{2}$.

Fer carbonaté. $\ddot{F}e\ddot{C}^{2}$.

Mélanges avec les précédens.

Zinc carbonaté.

a. Calamine. $\ddot{Z}n\ddot{C}^{2}$.

b. Z. C. terreux. $\ddot{Z}nAq^{6} + 3\ddot{Z}n\ddot{C}$.

Cérium carbonaté. $\ddot{C}e\ddot{C}^{2}$.

Plomb carbonaté. $\ddot{P}b\ddot{C}^{2}$.

Cuivre carbonaté.

a. Malachite. $\ddot{C}u\ddot{C} + Aq$.

b. Cuivre carbonaté bleu. $\ddot{C}uAq^{2} + 2\ddot{C}u\ddot{C}^{2}$.

c. Cuiv. carb. silicifère.

Humboldtine (fer oxalaté). ? $\ddot{F}eO^{2}$.

Acide arsénique.

Acide arsénieux. $\dddot{A}s$.

Arséniates : Pharmacolithe. $\ddot{C}a\dddot{A}s + 6Aq$.

Picropharmacolithe. $\left.\begin{matrix}\ddot{C}a^{5} \\ \ddot{M}^{5}\end{matrix}\right\}\dddot{A}s^{4} + 30Aq$.

Fer arséniaté :

a. Scorodite.

b. Fer arsén. cubique. $\dot{\dot{Fe}}^3 \dddot{As}^2 + 2\dddot{Fe}^2 \dddot{As}^2 + 36Aq.$

c. Fer résinite.

Cobalt arséniaté.

a. Sous-arséniaté.

b. Sous-arsénite.

Nickel arséniaté.

a. Sous - arséniate de nickel d'Allemont. $\dot{\dot{Ni}}^3 \dddot{As}^2 + 18Aq.$

b. S.-arséniate de nickel. $\dot{\dot{Ni}}^2 \dddot{As} + 18Aq.$

Plomb arséniaté. $\dot{\dot{Pb}}\,\dddot{As}.$

Cuivre arséniaté, avec ses variétés peu examinées.

Acide phosphorique.

Phosphates : Apatithe. $\dot{\dot{Ca}}^3 \dddot{P}^2.$

Wagnerite. $\dot{\dot{M}}^3 \dddot{P}^2.$

Yttria phosphatée. $\dot{\dot{Y}}^3 \dddot{P}^2.$

Fer phosphaté :

a. de Corwall. $\dot{\dot{Fe}}^4 \dddot{P}^3 + 16Aq.$

b. de Bodenmais. $\dot{\dot{Fe}}^3 \dddot{P}^2 + 12Aq.$

Manganèse phosphaté. $\dot{\dot{Mn}}\,\dddot{P} + \dot{\dot{Fe}}^2 \dddot{P}.$

Plomb phosphaté. $\dot{\dot{Pb}}\,\dddot{P}.$

Cuivre phosphaté :

a. d'Ehrenbreitstein. $\ddot{Cu}^5 \dddot{P}^2 + 5Aq.$

b. de Liebethen. $\ddot{Cu}^2 \dddot{P} + 2Aq.$

Alumine phosphatée.

a. Wawellite. $\dddot{Al}^4 \dddot{P}^3 + 12Aq.$

b. Lazulite de Kriglach.

c. Calaite.

d. Amblygonite. $\ddot{L}^2 \dddot{P} + \dddot{Al}^4 \dddot{P}^3.$

e. Alumine phosp. avec ammoniaque de l'île Bourbon.

Urane phosphaté.

a. Uranite. $\ddot{Ca}^3 \dddot{P} + 4\ddot{U}\dddot{P} + 48Aq.$

b. Chalkolithe. $\ddot{Cu}^3 \dddot{P}^2 + 4\dddot{U}\dddot{P} + 48Aq.$

Acide fluorique.

Fluates : Chaux fluatée. $\ddot{Ca}\ddot{F}.$

Yttria fluatée. $\ddot{Y}\ddot{F}.$

Cérium fluaté :

a. Neutre. $\dddot{Ce}^2 \ddot{F}^3.$

b. A excès de base. $\dddot{Ce}^4 \ddot{F}^3 + 3Aq.$

c Cérium et yttria fluatés. $\left.\begin{matrix}\dddot{Ce}\\ \ddot{Y}\end{matrix}\right\}\ddot{F}.$

d. Yttrocérite. $\left.\begin{matrix}\ddot{Ca}\\ \dddot{Ce}\\ \ddot{Y}\end{matrix}\right\}\ddot{F}.$

Alumine et soude fluatées.

Chryolithe. $3\dot{\dot{N}}a\,\dot{\dot{F}} + \dot{\dot{A}}l^2\,\dot{\dot{F}}^3$.

Fluo-silicates :

Chondrodite. $\dot{\dot{M}}^2\,\dot{\dot{F}} + \dot{\dot{M}}^3\,\dot{\dot{\dot{S}}}i$ $M\,Fl + 3MS$.

Pycnite. $\dot{\dot{\dot{A}}}l^2\,\dot{\dot{F}}^3 + 6\dot{\dot{\dot{A}}}l\,\dot{\dot{\dot{S}}}i$. $AFl + 3AS$.

Topaze. $\dot{\dot{\dot{A}}}l^4\,\dot{\dot{F}}^3 + 6\dot{\dot{\dot{A}}}l\,\dot{\dot{\dot{S}}}i$. $A^2Fl + 3AS$.

Acide nitrique.

Nitrates : Salpêtre. $\dot{\dot{K}} + 2\dot{\dot{A}}z\,\dot{\dot{\dot{A}}}z$.

Nitre cubique. $\dot{\dot{N}}a + 2\dot{\dot{A}}z\,\dot{\dot{\dot{A}}}z$.

Chaux nitratée. $\dot{\dot{C}}a + 2\dot{\dot{A}}z\,\dot{\dot{\dot{A}}}z$.

Magnésie nitratée. $\dot{\dot{M}} + 2\dot{\dot{A}}z\,\dot{\dot{\dot{A}}}z$.

Acide sulfurique.

a. Acide sulf. liquide. $\dot{\dot{\dot{S}}}Aq$.

b. Gaz acide sulfureux. $\dot{\dot{S}}$.

Sulfates : Soude sulfatée. $\dot{\dot{N}}a\,\dot{\dot{\dot{S}}}^2 + 20Aq$.

Baryte sulfatée. $\dot{\dot{B}}a\,\dot{\dot{\dot{S}}}^2$.

Cœlestine, strontiane sulf. $\dot{\dot{S}}r\,\dot{\dot{\dot{S}}}^2$.

Gypse.

a. Gypse anhydre. $\dot{\dot{C}}a\,\dot{\dot{\dot{S}}}^2$.

b. Gypse hydraté. $\dot{\dot{C}}a\,\dot{\dot{\dot{S}}}^2 + 4Aq$.

c. Glaubérite. $\dot{\dot{N}}a\,\dot{\dot{\dot{S}}}^2 + \dot{\dot{C}}a\,\dot{\dot{\dot{S}}}^2$.

Magnésie sulfatée. $\dot{\dot{M}}\,\dot{\dot{\dot{S}}}^2 + 12Aq$.

Polyhalite. $\dot{\dot{K}}\,\dot{\dot{\dot{S}}}^2 + \dot{\dot{M}}\,\dot{\dot{\dot{S}}}^2 + 2\dot{\dot{\dot{C}}}\,\dot{\dot{\dot{S}}}^2 + 4Aq$.

Zinc sulfaté. $\dot{\dot{Z}}n\,\dot{\dot{\dot{S}}}^2 + 12Aq$.

Fer sulfaté :

a. Vert. $\dddot{\dddot{Fe}}\dddot{\dddot{S}}^2 + 12Aq.$

b. Rouge. $\dddot{\dddot{Fe}}^3\dddot{\dddot{S}}^4 + 6\dddot{\dddot{Fe}}\dddot{\dddot{S}}^2 + 72Aq.$

c. Fibreux.

d. Ocreux. $\dddot{\dddot{Fe}}^2\dddot{\dddot{S}} + 6Aq.$

Cobalt sulfaté. $\dddot{\dddot{Co}}^3\dddot{\dddot{S}}^2 + 24Aq.$

Plomb sulfaté. $\dddot{\dddot{Pb}}\dddot{\dddot{S}}^2.$

a. Plomb sulf. cuprifère. $\dddot{\dddot{Cu}}Aq^2 + \dddot{\dddot{Pb}}\dddot{\dddot{S}}^2.$

b. Plomb sulfo-carbon. $\dddot{\dddot{Pb}}\dddot{\dddot{C}}^2 + \dddot{\dddot{Pb}}\dddot{\dddot{S}}^2.$

$\dddot{\dddot{Pb}}\dddot{\dddot{C}}^2 + 3\dddot{\dddot{Pb}}\dddot{\dddot{S}}^2.$

Alumine sulfatée :

a. Neutre. $\dddot{\dddot{Al}}\dddot{\dddot{S}}^3 + xAq.$

b. A excès de base. $\dddot{\dddot{Al}}\dddot{\dddot{S}} + 9Aq.$

e. Alunite.

d. Alun à base de potasse. $\dddot{\dddot{K}}\dddot{\dddot{S}}^2 + 2\dddot{\dddot{Al}}\dddot{\dddot{S}}^3 + 48Aq.$

e. Alun à base d'ammoniaque. $Az^2H^6\dddot{\dddot{S}} + \dddot{\dddot{Al}}\dddot{\dddot{S}}^3 + 26Aq.$

Urane sulfaté. $\dddot{\dddot{U}}\dddot{\dddot{S}} + xAq.$

Urane et cuivre sulfatés.

Appendix : Silicates qui contiennent des sulfates.

Lapis lazuli.

Haüyne.

Nosiane.

18. *F. chlore.*

Chlorures (*muriates*) : sel marin. $NaCh^4.$

Chl. d'ammonium.	AzH^4Ch^4.
Chl. de calcium.	$CaCh^4$.
Chl. de magnésium..	MCh^4.
Chl. de plomb.	
a. De Mendiff.	$PbCh^4 + 2\ddot{P}b$.
b. Murio-carbonaté de Matlock.	$PbCh^4 + \ddot{P}b\ddot{C}^4$.
Chl. de cuivre.	$CuCh^4 + 3\ddot{C}u + 8Aq$.
Chl. d'argent.	$AgCh^4$.
Chl. de mercure.	$HgCh^2$.

Appendix contenant des silicates chlorifères déjà nommés, mais qui, peut-être, trouveront mieux leur place auprès des chlorures.

Sodalite, Pyrosmalite, Eudialite.

2e *Classe : Minéraux composés à la manière des substances organiques, dont ils paraissent tirer leur origine.*

a. Substances organiques peu changées.	Terreau.
	Tourbe.
	Lignite.
	Dysodile.
b. Résines fossiles.	Ambre jaune.
	Rétinasphalte.
	Bitume élastique.
c. Huiles fossiles.	Naphte.
	Pétrole.
d. Bitumes.	Bitume.
	Asphalte.
e. Houille.	Houilles de plusieurs variétés.
f. Sels.	Mellite.
	Fer oxalaté.

Je ne dois pas, à cette occasion, passer sous silence un essai de classification des minéraux, d'après leur élément négatif, nouvellement publié par M. Beudant, dans un ouvrage vraiment classique, sur la partie théorique de la minéralogie.

M. Beudant a adopté cette méthode, parce qu'il a trouvé que l'élément négatif caractérise mieux les combinaisons que le positif. On pourrait croire, au premier abord, qu'il y a une grande conformité entre son système et celui qui vient d'être exposé; mais il n'en est pas ainsi. Je pense que pour le mieux faire voir, un parallèle des deux systèmes ne sera pas inutile.

Celui que j'ai tracé repose sur un principe purement scientifique, celui des rapports électro-chimiques entre les corps simples. Une connaissance plus parfaite de ces rapports, ou peut-être de meilleures observations à leur égard, que celles que j'ai pu faire, pourront introduire des modifications dans ce système; mais elles ne seront jamais arbitraires.

Le système de M. Beudant est artificiel dans sa base; mais il s'appuie dans ses détails sur un principe scientifique, celui du placement sous chaque corps des combinaisons qu'il forme avec des corps plus positifs. La base artificielle consiste dans une classification des corps simples, établie par M. Ampère, sur certains caractères chimiques, et de telle sorte que, par une transition successive d'une propriété à l'autre, ils composent une série dont les extrémités se joignent comme un anneau, ainsi qu'on va le voir.

Silicium
Bore . Tantale
Carbone . Molybdène
Hydrogène. Chrôme
Azote . Tungstène
Oxigène . Titane
Soufre . Osmium
Chlore . Rhodium
Fluor . Iridium
Iode Gazolites . Or
Sélénium . Croïcolytes Platine
Tellure . Palladium
Phosphore . Cuivre
Arsenic . Nickel
Antimoine . . . . . Fer
Etain . Cobalt
Zinc . Urane
Cadmium . Manganèse
Bismuth . Cérium
Mercure Leucolytes . Zirconium
Argent Aluminium
Plomb Beryllium
Soude Yttrium
Potasse Magnêsium
Lithium Calcium
Barium Strontium.

Cette classification est basée sur deux caractères : 1° la volatilité des corps par eux-mêmes, ou avec le chlore ou le fluor ; ceux qui appartiennent à cette classe sont appelés *gazolytes ;* 2° la couleur des combinaisons oxidées : les incolores sont appelées *leucolytes ;* les colorées, *croïcolytes.* La classification de M. Ampère est très-intéressante, en ce qu'elle présente un parallèle des corps simples, envisagés sous un certain point de vue ; mais elle n'est pas assez indépendante de toute spécialité dans la manière de voir, pour pouvoir être adoptée comme base d'une ordonnance scientifique de ces corps. Il ne faut pas d'ailleurs une grande connaissance

de leurs caractères pour trouver que la jonction des extrémités de la série est tout-à-fait artificielle, en y voyant placés à côté l'un de l'autre, parce qu'ils sont gazeux, trois des corps les plus différens : l'oxigène, l'azote et l'hydrogène. La preuve que ce système est artificiel, c'est qu'on peut en faire plusieurs de ce genre également intéressans, par les rapprochemens qu'ils présenteront entre les corps ; mais où ils seront différemment rangés. Qu'on prenne, par exemple, pour bases l'infusibilité et la saveur des oxides ou de leurs combinaisons. De même que dans le système qu'on vient de citer, on avait groupé les corps d'après leur état gazeux, on peut, dans celui-ci, les grouper d'après leur moindre degré de fusibilité, et former ensuite la série de manière qu'on passe de la saveur acide à l'astringente, puis à la douce, à l'amère, à la salée, et enfin à l'alcaline; mais de pareilles méthodes ne s'élèvent pas à la hauteur scientifique, et se bornent à offrir des rapprochemens intéressans, au lieu d'établir une base convenable pour la classification des corps.

Pour établir un bon système minéralogique, il faut, ce me semble, trouver une méthode qui soit dégagée de points de vue particuliers, et conséquemment fondée sur des bases solides. Quoiqu'il soit certain que sans chercher positivement ce but, on y sera toujours conduit par la variation continuelle des manières de voir particulières, il n'en est pas moins désirable de l'atteindre promptement.

Voici encore un point sur lequel le système de M. Beudant diffère essentiellement de celui que nous venons d'exposer : l'élément le plus électro-négatif, celui qui

domine parmi les parties constituantes des pierres, l'oxigène, ne forme pas dans ce système une classe distincte. C'est une faute réelle contre le principe; mais on voit que les élémens positifs ont fait valoir leur propriété de caractériser souvent la combinaison, et que M. Beudant a voulu ranger auprès de chaque métal ses oxides; ce qui a rendu ce système encore plus artificiel.

Analyse *de la Suie.*

Par Mr Henri Braconnot,
Correspondant de l'Institut.

Les anciens chimistes ont remarqué avec raison que la suie était peu connue, et qu'elle demanderait beaucoup de travaux et de recherches pour l'être parfaitement; cependant aucun observateur jusqu'à présent n'a dirigé son attention sur cette matière, qui mérite d'être connue parce qu'elle est très-commune et que plusieurs arts en font usage. On sait qu'il y a deux espèces de suie, l'une fondue en masses brillantes par la chaleur du foyer; l'autre, pulvérulente, se dépose à une hauteur plus considérable. C'est celle-ci que j'ai examinée, et que j'ai fait recueillir dans la partie moyenne d'une cheminée dans laquelle on n'avait brûlé que du bois. Je ne parle pas des propriétés physiques de la suie, parce qu'elles sont suffisamment connues de tout le monde.

Examen de la décoction de suie.

Lorsqu'on fait bouillir de l'eau avec de la suie, celle-ci éprouve un ramollissement qui lui donne une sorte de ductilité, et on obtient une liqueur brune foncée, laquelle, suffisamment éclaircie, laisse déposer, par le refroidissement et surtout par l'évaporation, une matière qui prend l'apparence de la poix. La liqueur surnageante mousse fortement par l'agitation. Essayée avec les réactifs, elle produit les effets suivans : elle rougit à peine le papier teint en bleu par le tournesol; toutes les dissolutions métalliques la précipitent plus ou moins abondamment; tous les acides, excepté l'acide acétique, en séparent une matière piciforme brune foncée, amère, analogue à celle dont nous venons de parler, et la liqueur est en partie décolorée. Cette matière, nouvellement précipitée et dans son état de division, est entièrement soluble dans une grande quantité d'eau. Si dans la décoction de suie de laquelle on a précipité la matière piciforme par l'acide hydrochlorique, on ajoute une dissolution de sulfate de potasse, il se précipite un sel double de sulfate de chaux et de potasse dont il ne paraît pas que les chimistes aient fait mention. Il est beaucoup plus fusible au chalumeau que ne le sont les deux sels qui le constituent. Il est vrai qu'il est décomposé en grande partie par beaucoup d'eau. La décoction de suie saturée de chlorure de sodium se trouble fortement, et il se rassemble un dépôt de matière piciforme, semblable à celle qui est précipitée par les acides : si dans la liqueur séparée de ce dépôt on verse de l'acide nitrique ou hydrochlorique, elle n'est plus troublée;

mais l'acide sulfurique affaibli y forme un précipité cristallin de sulfate de chaux avec dégagement d'acide acétique. L'eau de chaux versée dans la décoction de suie y forme un précipité brun ; celui-ci, traité convenablement par l'acide sulfurique affaibli, fournit des cristaux d'un sel amer dont la dissolution est abondamment précipitée par la potasse : c'était du sulfate de magnésie. Lorsqu'on délaie de l'hydrate de chaux dans la décoction de suie, il se dégage de l'ammoniaque. Si après avoir recueilli le dépôt brun qui en résulte, on le traite avec de l'acide hydrochlorique affaibli, il en résulte une matière qui, bien lavée et desséchée, est en poudre impalpable, d'une couleur rouge-brune analogue à celle du kermès minéral, mais moins foncée ; cette poudre, chauffée avec un peu d'eau, se liquéfie et reproduit la matière piciforme brune foncée, à-peu-près dans le même état que celle qui est séparée par les acides ou par le chlorure de sodium. Si on chauffe la décoction de suie avec de l'oxide de plomb ou de l'hydrate de chaux, et si on fait évaporer jusqu'à siccité, le résidu repris par l'eau fournit une liqueur en partie décolorée, qui n'est plus troublée par l'acide hydrochlorique : évaporée, elle laisse un résidu qui attire fortement l'humidité de l'air, et donne avec l'acide sulfurique beaucoup d'acide acétique et des sulfates de chaux et de potasse. Le même résidu, redissous dans l'eau, ne donne avec le nitrate d'argent qu'un léger précipité, dû à du chlorure de potassium, d'où il semble résulter que l'ammoniaque est unie dans la suie à l'acide acétique. L'infusion de galle produit, dans la décoction de suie qui a déposé la plus grande partie de son dépôt pici-

forme par le repos, un précipité fauve extrêmement abondant, qui se ramollit et se contracte, à la chaleur, en une substance noirâtre comme de la poix. La dissolution de la suie dans l'eau pure fournit par l'évaporation des pellicules cristallines, irisées, de sulfate de chaux uni à la matière piciforme. Chauffées au rouge, elles laissent un résidu blanc, lequel exhale par l'acide nitrique une odeur hydrosulfureuse, mais sans s'y dissoudre sensiblement.

Il résnlte de ce que nous venons d'exposer que la décoction de suie contient des acétates de chaux, de potasse, d'ammoniaque et de magnésie; du sulfate de chaux que je regarde comme essentiel à toutes les suies; et une matière brune piciforme, amère, faiblement retenue en dissolution et susceptible d'être précipitée par la plupart des réactifs. Nous verrons bientôt que cette matière renferme plusieurs des principes de la suie.

Examen de la suie épuisée par l'eau.

100 grammes de suie bouillie avec de l'eau et lavée sur un filtre avec une grande quantité de ce liquide ont laissé pour résidu 44 grammes d'une poussière brunâtre, beaucoup moins foncée que la suie, qui était composée de 22 grammes de matières terreuses, formées pour la plus grande partie de carbonate de chaux; de 3,85 gram. d'une matière carbonacée, insoluble dans la potasse, et de 18,15 gram. d'une substance qui s'unit facilement aux alcalis, et sature leurs propriétés à la manière d'un acide. Sa dissolution dans la potasse a donné une liqueur brune foncée, de laquelle l'acide hydrochlorique a séparé une matière de la même couleur. Celle-ci,

bien lavée et mise en ébullition avec de l'eau, donne une liqueur brunâtre qui mousse beaucoup par l'agitation, et contient peu de matière en dissolution. Elle est décolorée par l'hydrate de chaux. L'acétate de plomb, le nitrate de mercure y forment des précipités bruns, et la liqueur surnageante est entièrement décolorée. Le persulfate de fer, le chlorure de calcium, le chlorure de sodium y forment aussi de legers précipités. Cette matière brune, desséchée, est noire, fragile, brillante, peu sapide et presque insoluble dans l'eau. Arrosée avec de l'ammoniaque affaiblie, elle s'y combine comme un acide, sature ses propriétés alcalines, et laisse, après l'évaporation, un résidu sec, brillant comme du jayet, peu sapide, et soluble dans l'eau; un acide versé dans cette liqueur la coagule; la chaux en dégage de l'ammoniaque. La même matière se dissout avec dégagement de chaleur dans l'acide sulfurique concentré, et la liqueur brune qui en résulte est précipitée par l'eau. Elle se dissout aussi à chaud dans l'acide acétique, d'où elle est séparée par une addition d'eau. D'après les propriétés de cette substance, il est évident qu'elle est tout-à-fait identique avec l'ulmine artificielle que j'ai produite par la torréfaction de la sciure de bois avec la potasse (1).

De l'Extrait de suie et de son incinération.

Les eaux de lavages chargées des portions solubles des 100 gram. de suie, ont été soumises à l'évaporation. Pendant tout le temps qu'elle a duré, il ne s'est point

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XII, p. 189.

répandu d'odeur empyreumatique ; mais il s'est renouvelé à la surface de la liqueur des pellicules cristallines irisées de sulfate de chaux unies à de la matière piciforme, et par les progrès de cette évaporation, il s'est rassemblé un dépôt que l'on a séparé, et l'on a fini par obtenir un résidu presque sec, abondant, qui avait tout l'aspect d'un extrait pharmaceutique ; il pesait 45 gr., abstraction du dépôt formé pendant l'évaporation. Pour apprécier la quantité des acétates contenus dans cet extrait, on l'a chauffé dans un creuset d'argent ; il a brûlé avec boursoufflement et beaucoup de flamme, et a laissé, après son incinération, 10,98 gram. d'une cendre blanchâtre, laquelle a fourni à l'eau une matière saline du poids de 4,05 gram. Sa saveur était amère, mais point sensiblement alcaline au goût, quoiqu'elle rappelât au bleu le papier rougi par le tournesol.

L'alcool à 28°, mis en digestion à une douce chaleur avec ce résidu salin, lui a enlevé 0,36 gram. d'un sel, lequel, redissous dans l'eau, a fourni, par l'évaporation spontanée, des cristaux en prismes quadrangulaires, qui ont produit de l'alun avec le sulfate d'alumine et un précipité abondant de chlorure avec le nitrate d'argent. Ce sel était donc du chlorure de potassium.

Le résidu insoluble dans l'alcool à 28° du poids de 3,69 gram. était presqu'entièrement formé de sulfate de potasse.

La portion de la cendre insoluble dans l'eau, pesant 6,93 gram., s'est dissoute dans l'acide hydrochlorique avec une vive effervescence, et a laissé environ 0,08 gr. de silice. La dissolution, étendue d'eau, a donné avec l'ammoniaque un précipité gélatiniforme, lequel dessé-

ché fortement, pesait 0,2 gram. Il était d'une couleur rougeâtre, et contenait du fer. Ce précipité ayant été chauffé avec de l'acide nitrique, et le résidu repris par l'eau, a donné avec le sous-acétate de plomb un précipité abondant de phosphate de plomb. Ces 0,2 gram. étaient donc du phosphate de chaux ferrugineux. On a versé dans la liqueur hydrochlorique séparée de ce dernier précipité, du carbonate d'ammoniaque qui a produit du carbonate de chaux; séparé aussitôt par le filtre, il pesait après sa dessiccation 6,45 gram. La liqueur évaporée à siccité, et le résidu chauffé au rouge, a laissé environ 0,15 gram. de magnésie, représentant 0,53 gram. d'acétate de magnésie dans les 45 gram. d'extrait de suie.

On vient de voir que cette quantité d'extrait a fourni, après son incinération, 3,69 gram. de sulfate de potasse, sel qui n'existe point dans la suie, et qui ne peut y exister conjointement avec l'acétate de chaux; d'où il suit que cet extrait, privé autant que possible du sulfate de chaux, en retenait encore une assez grande quantité, qui a été décomposée par la potasse mise à nu, provenant de l'acétate de potasse, l'un des principes constituans de la suie. Ainsi ces 3,69 gram. de sulfate de potasse contiennent 1,99 gram. de potasse qui représentent 4,1 gram. d'acétate de potasse et 1,7 gram. d'acide sulfurique, qui équivaut à 2,89 gram. de sulfate de chaux, lesquels étant soustraits des 6,45 gram. de carbonate de chaux obtenus, il reste 3,56 gram. de ce dernier, donnant environ 5,65 gram. d'acétate de chaux contenus dans les 45 gram. d'extrait de suie.

En traitant cet extrait par l'alcool affaibli, il ne s'y

dissout qu'en partie, et la liqueur alcoolique laisse après son évaporation un résidu qui attire fortement l'humidité de l'air et contenant les acétates.

Examen de la matière piciforme amère séparée de l'extrait de suie par l'acide hydrochlorique.

L'extrait de suie était redissous dans environ deux fois son poids d'eau chaude; on a versé dans la liqueur de l'acide hydrochlorique en léger excès; il s'est formé un dépôt assez abondant qui s'est rassemblé en une seule masse d'un brun foncé, et qui ressemblait à de la poix. Une petite quantité d'eau ajoutée à la liqueur surnageante y formait encore un nouveau précipité, qu'une plus grande quantité de ce liquide a redissous. La matière piciforme amère, lavée avec un peu d'eau et exprimée dans un linge, était pulvérulente; mais exposée à une douce chaleur, elle s'est liquéfiée comme de la poix : appliquée dans cet état sur du papier, elle y forme après sa dessiccation un vernis très-luisant. Cette matière est soluble dans l'acide hydrochlorique, l'acide nitrique et l'acide acétique, d'où elle est précipitée par une addition d'eau. L'acétate de potasse et l'acétate de chaux la dissolvent aussi, surtout à chaud; mais la liqueur se laisse étendre d'eau sans se troubler, à moins qu'on n'y ajoute quelques gouttes d'acide hydrochlorique, acétique ou tout autre acide; alors il se forme un précipité abondant de matière piciforme. L'alcool la dissout en partie, et l'eau forme un précipité dans la liqueur.

La matière piciforme, précipitée par l'acide hydrochlorique, exposée au feu, se boursouffle, brûle avec beaucoup de flamme, et laisse pour résidu du sulfate

de chaux mêlé de sulfure ; mais ce sulfate existe en bien plus grande proportion dans la matière piciforme précipitée spontanément ou pendant l'évaporation de la décoction de suie. La même matière est entièrement soluble dans les alcalis affaiblis ; la laine et la soie, chauffées avec la liqueur, y prennent une couleur cannelle.

Pour connaître les principes qui constituent la matière piciforme précipitée par l'acide muriatique, on l'a mise en ébullition un grand nombre de fois avec de l'eau ; peu à peu elle a perdu la faculté de se liquéfier dans ce liquide bouillant, et il est enfin resté une matière noire très-fragile et presque insoluble dans l'eau bouillante. Sans entrer dans l'examen de cette matière, il me suffira de dire qu'elle avait toutes les propriétés de l'ulmine produite artificiellement avec la sciure de bois et la potasse.

Les liqueurs réunies provenant du traitement de la matière piciforme par l'eau bouillante, se sont troublées par le refroidissement, et ont laissé déposer un précipité couleur de kermès, lequel, exposé à une douce chaleur, a reproduit la matière piciforme. La liqueur filtrée, puis évaporée à siccité, et le résidu repris avec une petite quantité d'eau, a donné une dissolution brune d'une saveur âcre et amère, et il est encore resté un résidu piciforme, lequel, traité successivement par de petites quantités d'eau bouillante, a encore donné de l'ulmine ; mais moins que la matière piciforme primitivement employée : ce résidu était d'ailleurs plus soluble dans l'eau. La dissolution brune, âcre et amère, séparée de la plus grande partie de sa matière piciforme, a donné,

par l'évaporation, une matière transparente, brillante comme un vernis, et facilement soluble dans l'eau sans laisser de résidu.

L'alcool mis en digestion avec cette matière, a donné une liqueur brune-foncée, très-amère, et il est resté une matière pulvérulente, laquelle, bien lavée à l'alcool et desséchée, avait la couleur du kermès. Elle était peu sapide et sans amertume. Sa dissolution dans l'eau était précipitée abondamment par l'acide sulfurique affaibli; mais en chauffant le mélange, une partie du dépôt a disparu; il s'est dégagé un peu d'acide acétique, et on a obtenu du sulfate de chaux. Brûlée, elle a laissé une cendre assez abondante formée de carbonate et de sulfate de chaux. Il m'a paru que cette matière insoluble dans l'alcool était composée d'ulmine retenue en dissolution par l'acétate de chaux et d'un peu de sulfate de chaux; elle retenait aussi une petite quantité d'une matière animalisée que nous ferons bientôt connaître. Revenons à la liqueur alcoolique brune-foncée, très-amère. Elle a laissé après son évaporation une matière qui était encore loin d'être bien isolée, car elle ne se dissolvait qu'en partie dans une certaine quantité d'eau, et les acides en séparaient encore de la matière piciforme. Je me suis déterminé à la traiter à plusieurs reprises par l'éther sulfurique, qui a pris une couleur jaune dorée, et s'est chargé du principe âcre et amer de la suie.

Examen du principe âcre et amer de la suie.

Ce principe a un aspect oléiforme; sa couleur est jaune et sa saveur très-âcre; il est fluide et point volatil. Mélangé à une petite quantité d'eau froide, il surnage sur ce

liquide comme une huile ; mais si on augmente la quantité de l'eau, on obtient une dissolution jaunâtre, amère, laquelle, évaporée en partie, se trouble en refroidissant, et laisse déposer une partie du principe âcre.

La dissolution de ce principe dans l'eau froide, essayée avec les réactifs, produit avec l'acétate de plomb un précipité floconneux d'un beau jaune d'orpiment, qui, au bout de plusieurs heures, prend une nuance d'un vert sale.

Avec le nitrate d'argent, il se forme un léger nuage, sans autre changement au moment du mélange ; mais quelque temps après, la liqueur se colore, devient brunâtre, et il se forme à la surface une pellicule d'argent métallique.

Avec le persulfate de fer, il en résulte une liqueur brune foncée, presque noire ; avec l'infusion de noix de galle, un précipité ; avec l'eau de chaux, l'eau de baryte, l'ammoniaque, et les alcalis en général, une couleur rouge de sang très-intense.

La solution de la matière oléiforme âcre, chauffée avec de la magnésie, a pris une couleur rouge orangée et a perdu en partie son amertume ; mais le dépôt magnésien, desséché, puis traité par l'alcool bouillant, n'a point donné de base salifiable alcaline. L'alcool dissout facilement le principe âcre de la suie ; mais la liqueur n'est nullement troublée par l'eau. Exposé au feu, il brûle avec beaucoup de flamme, à la manière des huiles fixes ; mais il est insoluble dans celles-ci, de même que dans l'essence de térébenthine. A la distillation, il donne un produit ammoniacal.

L'acide nitrique le dissout facilement, et lui commu-

nique une couleur d'un jaune rougeâtre. La liqueur évaporée laisse beaucoup de jaune amer et très-peu d'acide oxalique. D'après les propriétés que je viens d'exposer du principe âcre et amer de la suie, il ne paraît pas qu'on puisse le confondre avec les huiles fixes, quoiqu'il en ait l'apparence extérieure. On pourrait le désigner sous le nom d'*asboline*, d'ἄσβολη, suie. C'est bien probablement lui qui agit spécifiquement contre le ténia dans la suie. On sait que cette substance est devenue précieuse entre les mains du célèbre médecin Vilet, qui a parfaitement guéri tous ceux qui ont fait usage de ce remède administré suivant sa méthode.

Examen de la matière extractiforme animalisée de la suie.

Pour obtenir cette matière, j'ai fait dissoudre dans l'eau 45 gram. d'extrait de suie, et j'ai versé dans la liqueur de l'acétate de plomb qui a précipité toute la matière piciforme. J'ai ajouté ensuite avec précaution dans la liqueur filtrée de l'acide sulfurique affaibli pour précipiter l'excès de plomb, et j'ai obtenu par l'évaporation un résidu presque sec, d'un brun jaunâtre, comme un extrait pharmaceutique bien préparé; son poids était de 25 gram. Il a été ramené en consistance de miel en le chauffant avec un peu d'eau, puis on y a ajouté une quantité suffisante d'alcool pour précipiter le sulfate de chaux qu'il retenait. On a ensuite étendu la liqueur d'une plus grande quantité d'alcool, qui a précipité la matière animalisée, et on l'a bien lavée dans l'alcool pour la débarrasser de l'acétate de potasse. La dissolution aqueuse de cette matière laisse après l'évaporation un

résidu sec que l'on peut enlever de dessus la capsule avec la pointe d'un couteau, en écailles transparentes d'un jaune rougeâtre. Sa saveur n'a rien de bien prononcé; je ne sais à quoi la comparer, si ce n'est à la matière extractiforme du bois. Elle est soluble en toute proportion dans l'eau. Cette liqueur rougit à peine le tournesol. L'infusion de noix y forme un dépôt fauve, abondant et divisé, comme dans certains extraits animalisés, et la liqueur surnageante est en grande partie décolorée. L'acétate de plomb et le nitrate d'argent n'y produisent que de légers précipités; mais le sous-acétate de plomb y forme un dépôt abondant. Le per-sulfate de fer y développe une couleur brune très-foncée, comme avec les extraits de beaucoup de plantes. Cette matière, projettée sur un charbon ardent, brûle avec un boursouflement considérable, et répand une odeur de matière animale brûlée. Distillée dans une petite cornue de verre, elle donne une huile empyreumatique, brune, fluide, et un liquide aqueux peu coloré, qui rappelle au bleu le papier rougi par le tournesol, et contient du carbonate d'ammoniaque.

Traitée par l'acide nitrique, elle a produit beaucoup de jaune amer, de l'acide oxalique et une petite quantité d'oxalate de chaux, d'où il résulte qu'elle contenait encore de la chaux, sans doute à l'état de combinaison avec l'acide acétique.

Incinération de la Suie.

100 gram. de suie, chauffés dans un creuset, ont éprouvé une fusion pâteuse. La matière s'est boursouflée, a brûlé avec beaucoup de flamme, et a laissé un

charbon, lequel, exposé à l'air humide et dans son état d'incandescence, répandait une odeur ammoniacale assez forte. Ce charbon, incinéré, a laissé une cendre grise du poids de 27,6 gram. Délayée avec un peu d'eau, elle s'est prise en masse à-peu-près comme du plâtre gâché. Ses eaux de lavages ont fourni une lessive alcaline jaunâtre, sulfureuse, qui noircissait fortement l'argent; on y a versé un léger excès d'acide acétique, qui en a dégagé de l'acide hydrosulfurique et l'a rendu laiteuse; il s'est rassemblé un précipité en fines aiguilles du poids de 0,1 gram. Chauffé dans un tube de verre, il a donné un peu de soufre sublimé et un résidu de sulfate de chaux. La lessive sulfureuse, ainsi saturée d'acide acétique, a laissé, après son évaporation, 3,7 gram. d'un résidu salin formé par la plus grande partie de sulfate de potasse, d'une petite quantité d'acétate de potasse, de chlorure de potassium, de sulfate et d'acétate de chaux. La portion de la cendre insoluble dans l'eau, a présenté pour résultat les matières suivantes : carbonate de chaux 16,46 gr.; sulfate de chaux 4,75; phosphate de chaux ferrugineux 1,50; silice 0,95; magnésie 0,24.

Distillation de la Suie.

La suie, chauffée dans une cornue de verre avec une petite quantité d'eau, a donné un liquide d'une légère odeur empyreumatique, rougissant à peine le papier bleu. Après que tout le liquide eut passé, la suie s'est fondue, et par suite de sa décomposition a fourni un liquide aqueux brun et environ $\frac{1}{5}$ de son poids d'une huile empyreumatique épaisse, d'un brun foncé. Il s'est sublimé une petite quantité de carbonate d'ammoniaque.

Le liquide aqueux ne contenait point de soufre, car l'acétate de plomb y a formé un précipité blanc de carbonate de plomb résultant de la décomposition du carbonate d'ammoniaque qui y était contenu. L'acide nitrique y a fait une vive effervescence, et en y ajoutant ensuite du nitrate d'argent, la liqueur est restée limpide; d'où il suit qu'elle ne contient point d'hydrochlorate d'ammoniaque. Le même liquide sursaturé d'acide sulfurique et distillé, a donné un premier produit d'une couleur rose et d'une odeur empyreumatique éthérée; il a passé ensuite de l'acide acétique; le liquide brun résultant de la distillation de la suie, était donc formé de beaucoup d'eau qui retenait du carbonate et de l'acétate d'ammoniaque, de l'huile empyreumatique et probablement de l'esprit pyro-acétique. L'huile brune épaisse, l'un des produits considérables de la dissolution de la suie, était facilement soluble dans la potasse. Distillée une seconde fois, elle a donné une huile empyreumatique beaucoup plus fluide, moins colorée, et il est resté une matière résineuse noirâtre, peu sapide, fort abondante, insoluble dans l'eau, ayant à-peu-près la consistance et la fusibilité de la cire, brûlant avec beaucoup de flamme, très-soluble dans les alcalis, d'où elle est précipitée par les acides en une matière qui ressemble à de la poix; très-soluble aussi dans l'alcool, avec lequel elle peut produire un vernis noir très-brillant par le frottement. Cette matière résineuse, exposée long-temps a une chaleur moyenne, a laissé un résidu noir brillant, fragile, insoluble dans les alcalis et voisin de l'état charbonneux; mais brûlant encore avec flamme et boursoufflement.

Résumé.

Je crois pouvoir conclure des expériences que j'ai faites sur la suie, qu'elle est composée à-peu-près des matières suivantes :

		gram.
1°.	Ulmine identique avec celle qui est produite artificiellement par la sciure de bois et la potasse, estimée à	30,20
2°.	Matière animalisée, très-soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool	20,00
3°.	Carbonate de chaux mêlé de quelques traces de carbonate de magnésie	14,66
4°.	Eau	12,50
5°.	Acétate de chaux	5,65
6°.	Sulfate de chaux	5,00
7°.	Acétate de potasse	4,10
8°.	Matière carbonacée insoluble dans les alcalis	3,85
9°.	Phosphate de chaux ferrugineux	1,50
10°.	Silice	0,95
11°.	Acétate de magnésie	0,53
12°.	Principe âcre et amer particulier (asboline) environ	0,50
13°.	Chlorure de potassium	0,36
14°.	Acétate d'ammoniaque, estimé à	0,20
15°.	Acétate de fer, des traces	» »
	Total	100,00.

De la suie recueillie dans le tuyau d'un poîle, m'a donné à-peu-près le même résultat. Je n'ai pas encore eu occasion d'examiner la suie du charbon de terre, que l'on croit plus âcre que celle du bois, et qui cause, dit-on, aux ramoneurs de Londres une espèce de cancer aux testicules. Parmi les produits essentiels à la suie, on remarquera l'acide sulfurique, ainsi que l'acide phosphorique, lesquels paraissent être le résultat de la com-

bustion du soufre et du phosphore contenus dans le bois. Il est remarquable que la fumée puisse transporter à de si grandes hauteurs les matières que j'ai signalées dans la suie. On sait que cette dernière, déposée dans les cheminées des fonderies métalliques, contient quelquefois des métaux très-fixes, comme de l'or, de l'argent, etc. J'ai reconnu dans la suie des propriétés antiseptiques très-marquées, et je conserve depuis quelques mois des matières animales dans une infusion de suie, sans qu'elles éprouvent d'altération. Cette substance pourrait donc être appliquée, au besoin, à la conservation des viandes, dont on prévient, comme on le sait, la putréfaction en les exposant à la fumée, ce qu'on appelle *boucaner*. On pourrait aussi tirer parti de la suie, ainsi que je m'en suis assuré, pour les fonds bruns de diverses nuances, dans la fabrication des papiers peints; il ne suffit pour cela que de délayer avec de l'eau et sans colle, un mélange de suie en poudre et de chaux éteinte.

Analyse *du Noir de Fumée.*

Par le même.

(Lue à la Société royale académique de Nancy le 1er décembre 1825.)

Le noir de fumée est une espèce de suie dont la carbonisation est beaucoup plus avancée que dans la suie ordinaire.

Lavée à l'eau, elle donne une liqueur dans laquelle le nitrate de baryte forme un précipité assez abondant de sulfate de baryte.

L'acide oxalique en trouble la transparence; le nitrate d'argent y indique des traces d'acide hydrochlorique,

et la potasse en dégage beaucoup d'ammoniaque. 50 gram. de noir de fumée du commerce ont été traités à plusieurs reprises avec de l'eau distillée bouillante. Les eaux de lavages réunies étaient à peine colorées, évaporées jusqu'à siccité ; elles ont laissé 2,25 gram. d'un résidu salin, d'une saveur un peu âcre et amère. Exposé à une chaleur plus forte, il a donné un peu d'ammoniaque, et a contracté une saveur acide très-prononcée. Ces 2,25 gram. de matière saline, chauffés dans une petite cornue de verre, ont donné un sublimé blanc, et il est resté 0,60 gram. de résidu fixe, formé d'environ 0,2 gram. de sulfate de potasse, et 0,4 gram. de sulfate de chaux.

Le sublimé blanc avait une saveur sensiblement sulfureuse ; redissous dans l'eau de nitrate de baryte, y a formé un précipité qui a disparu en grande partie par l'affusion d'un peu d'acide nitrique. Les acides en ont dégagé une odeur suffocante d'acide sulfureux, et le nitrate d'argent n'y a indiqué que des traces d'hydrochlorate. Il était donc formé de sulfate d'ammoniaque et de sulfite de la même base ; mais ce dernier sel n'existe point dans le noir de fumée, et n'a été que le résultat de la décomposition du sulfate d'ammoniaque par la présence d'une petite quantité d'ulmine contenue dans les eaux de lavages du noir de fumée ; d'où il résulte qu'on pourrait facilement se procurer le sulfate d'ammoniaque en sublimant le sulfate avec une petite quantité de matière organique. Au reste, je me suis assuré que le noir de fumée ne contient point d'acétate. Traité à chaud avec une dissolution de potasse, il donne une liqueur brunâtre, de laquelle les acides précipitent une petite quantité d'ulmine.

Action de l'huile de térébenthine sur le noir de fumée.

10 gram. de noir de fumée ont été mis en contact avec de l'huile volatile de térébenthine tout récemment distillée et encore chaude ; celle-ci a pris sur-le-champ une couleur jaune assez intense, et au bout de quelques heures, on a filtré la liqueur, qui a été distillée pour recueillir la majeure partie de l'essence de térébenthine; puis on a achevé l'évaporation à une chaleur ménagée et long-temps soutenue. Il est resté 0,7 gram. d'une matière résineuse brunâtre qui a montré peu de disposition à se dissoudre dans l'alcool ; cependant, en la traitant à diverses reprises par ce liquide rectifié et bouillant, on est parvenu à en dissoudre une partie, et il est resté un résidu d'un noir brunâtre. Les liqueurs alcooliques réunies étaient d'une belle couleur jaune dorée, et ont laissé déposer par le refroidissement une petite quantité de la matière dissoute. Elles étaient précipitées par l'eau en jaune citrin. Evaporées, elles ont laissé 0,53 gram. d'une résine fragile, transparente, d'un jaune brunâtre, très-fusible à la chaleur, et brûlait avec beaucoup de flamme. Cette résine est absolument insoluble dans les alcalis caustiques bouillans, tandis qu'il n'en est point ainsi avec la plupart des autres résines, ainsi que je m'en suis assuré il y a long-temps. L'éther dissout beaucoup mieux que l'alcool la résine dont il s'agit, et prend une couleur jaune-rougeâtre. Elle passe aussi facilement dans les huiles fixes et volatiles, et leur communique une belle couleur jaune. Elle se dissout à froid dans l'acide sulfurique, d'où elle est précipitée par l'eau. Distillée, elle se bour-

souffle, donne d'abord un liquide aqueux, insipide, peu abondant, qui ne rougit point le tournesol. Il passe ensuite une matière ayant la consistance de la térébenthine, qui est inattaquable par les alcalis.

En comparant les propriétés de cette matière résineuse avec toutes celles qui ont été décrites jusqu'ici, je n'en vois qu'une qui me paraisse avoir avec elle une parfaite analogie; c'est une résine fossile examinée par M. Thomson, et trouvée dans des couches d'argile et de sable, près de Londres. Quant au résidu d'un noir brunâtre qui a refusé de se dissoudre dans l'alcool rectifié bouillant, il pesait 0,17 gram. Il est beaucoup moins fusible à la chaleur que la résine dont nous venons de parler; l'eau, l'alcool, les alcalis, les acides, n'ont aucune action sur lui; mais l'éther sulfurique, et surtout les huiles fixes et volatiles en ont opéré la dissolution, qui était de couleur brune. On voit que les propriétés de cette matière sont précisément celles de l'asphalte ou bitume de Judée; elle en a d'ailleurs tout l'aspect extérieur. La présence de ce bitume dans le noir de fumée pourra répandre un grand jour sur plusieurs phénomènes géologiques, et expliquer la formation de cette matière combustible, qui est encore, de l'aveu des naturalistes, enveloppée dans une profonde obscurité. Mais en faisant attention que toute la contrée qui avoisine le lac de Judée a été volcanisée, ainsi que nous l'apprend Volney, il paraîtra fort probable que ce bitume a été le résultat de l'action du feu sur des matières résineuses, tout comme celui qui a été produit pendant la fabrication du noir de fumée.

Incinération du Noir de fumée.

50 gram. de noir de fumée, chauffés au rouge dans un creuset, ont brûlé avec flamme, et ont laissé un charbon, lequel a répandu jusqu'à la fin de son incinération qui a été assez longue, une odeur pénétrante d'acide sulfureux. Une portion de ce charbon, exposée à l'air, reste long-temps incandescente et exhale une odeur d'acide sulfureux jusqu'à ce qu'il soit entièrement réduit en cendre.

Cette cendre, provenant des 50 gram. de noir de fumée, ne pesait que 1 gram., et n'a fourni à l'eau que 0,13 gram. de sulfate de potasse et de chaux qui ne contenait que des traces de chlorure de potassium. La cendre lessivée, étant traitée par l'acide hydrochlorique, n'a produit aucune effervescence. La liqueur a donné avec l'ammoniaque un précipité gélatineux brun de phosphate de chaux très-ferrugineux; desséché, il pesait 0,14 gr. Le reste de cette cendre était composé de 0,43 gr. de sulfate de chaux; 0,3 gr. de sable quartzeux, et sans doute aussi de sulfate de potasse qui a échappé aux lavages.

100 parties de noir de fumée contiennent :

Carbone	79,1
Eau	8,0
Résine analogue à celle trouvée fossile aux environs de Londres, et examinée par Thomson.	5,3
Sulfate d'ammoniaque	3,3
Asphalte ou bitume de Judée	1,7
Sulfate de chaux	0,8
Sable quartzeux	0,6
Ulmine environ	0,5
Sulfate de potasse	0,4
Phosphate de chaux très-ferrugineux	0,3
Chlorure de potassium, trace	» »
Total	100,0.

Je crois pouvoir conclure de ce qui précède, que toutes les suies contiennent essentiellement plusieurs sulfates. La présence d'une quantité notable de sulfate d'ammoniaque dans le noir de fumée, fait voir qu'on ne doit point se servir de cette dernière substance, ainsi que cela est arrivé quelquefois pour opérer la réduction des métaux lorsqu'on veut obtenir ceux-ci purs et non sulfurés.

Note *sur la Préparation et l'Usage des Pastilles alcalines digestives contenant du bi-carbonate de soude.*

Par M. d'Arcet.

Ayant été obligé, il y a trois ans, de faire un usage presque journalier des pastilles de magnésie, je craignis que l'emploi fréquent de cette substance ne contribuât à favoriser la formation des calculs urinaires, et je pensai à lui substituer le carbonate de soude. Je fis, à ce sujet, en 1822, une série d'expériences qui me donnèrent de si bons résultats que je me décidai dès-lors à ne plus prendre de magnésie pour rétablir des digestions pénibles, et que j'employai pour cet usage, dès le mois de septembre de la même année, des pastilles contenant du carbonate de soude pur. Ces pastilles furent alors préparées par M. Regnauld, pharmacien, rue Royale-Saint-Antoine, n° 4. Elles détruisaient instantanément les aigreurs que produisent les mauvaises digestions, et favorisaient parfaitement les fonctions de l'estomac; mais elles avaient l'inconvénient d'être trop fortement alcalines et d'avoir une saveur désagréable. J'en fis cepen-

dant usage avec beaucoup de succès jusqu'au mois de juin 1824, époque à laquelle je me rendis pour la première fois aux eaux de Vichy. Je savais que ces eaux minérales étaient regardées comme digestives, et j'appris bientôt qu'il suffisait d'en boire un verre après le repas pour favoriser la digestion, et même pour la rétablir quand elle était troublée. Ayant vérifié la bonté de ce remède pendant mon premier séjour à Vichy, et sachant que le bi-carbonate de soude est le principe actif de ces eaux minérales, et que ce sel a une saveur beaucoup moins alcaline que celle du carbonate de soude, je pensai à substituer dans les pastilles alcalines que j'employais le bi-carbonate au carbonate de soude qui en faisait la base, et je me servis de ces nouvelles pastilles pour éviter les mauvaises digestions auxquelles j'étais sujet. Je donnai la recette de ces pastilles à M. Regnauld, qui commença à les mettre dans le commerce au mois de janvier 1825. L'usage s'en étant promptement répandu et n'en obtenant moi-même que de très-bons effets, j'en portai la recette à Vichy, au mois de juin dernier. M. Batillat, pharmacien de l'Etablissement thermal, en a depuis fabriqué de grandes quantités, et il en prépare maintenant 5 kilogrammes ou 5000 par jour. La recette a été communiquée aux personnes qui me l'ont demandée, et l'on trouve maintenant, sous différens noms, des pastilles alcalines digestives préparées avec le bi-carbonate de soude dans les premières pharmacies de Paris, de Lyon, etc. : voici cette recette telle que je l'ai donnée; j'invite MM. les pharmaciens qui s'en serviront à y faire les changemens qu'ils croiront convenables.

Recette pour préparer les pastilles alcalines digestives contenant du bi-carbonate de soude.

On prend :

Bi-carbonate de soude sec et pur en poudre fine (1) 5 gramm.
Sucre bien blanc en poudre fine..... 95
Mucilage de gomme adraganth préparé à l'eau... *q.s.*
Huile essentielle de menthe pure et fraîche ou récente..... 2 ou 3 goutt.

On met le bi-carbonate de soude et le sucre dans une bouteille bien sèche ; on agite la bouteille en tout sens

---

(1) J'ai pensé à utiliser la grande quantité d'acide carbonique qui se dégage des fontaines de Vichy, et une des applications de ce gaz proposées à M. Lucas, médecin-inspecteur des eaux de Vichy a rapport au sujet qui nous occupe. M. Lucas, à qui l'on a déjà de si grandes obligations, a bien voulu permettre de faire établir sur la fontaine connue sous le nom de la *Grande-Grille* un appareil au moyen duquel on peut saturer facilement les carbonates alcalins, et préparer, presque sans frais, tous les bi-carbonates de soude, de potasse et d'ammoniaque dont on peut avoir besoin dans les laboratoires, dans les pharmacies ou pour l'usage des arts. J'ai organisé ce travail pour M. Batillat, pharmacien de l'Etablissement thermal, qui s'est chargé de continuer la fabrication des bi-carbonates. Sa pharmacie est établie à Cusset, près de Vichy, département de l'Allier. On peut, en s'adressant directement à lui, se procurer le bi-carbonate de soude sec et pur, tel qu'on doit l'employer à la préparation des pastilles alcalines. M. Robiquet, demeurant à Paris, rue des Fossés-Saint-Germain-l'Auxerrois, n° 5, reçoit de ce bi-carbonate fabriqué de Vichy, et en a toujours à la disposition des acheteurs.

pour bien mélanger les poudres ; on retire le mélange de la bouteille ; on y ajoute le mucilage de gomme adraganth et l'huile essentielle de menthe ; on pétrit bien le tout ensemble sur un marbre, et on convertit la pâte qu'on obtient en pastilles qui, étant séchées à l'air ou à l'étuve, doivent peser environ 1 gramme chaque (1).

De l'Usage des pastilles alcalines préparées avec le bi-carbonate de soude.

Nous avons fait observer qu'à Vichy on parvient facilement à rétablir une mauvaise digestion en buvant un verre ou deux décilitres d'eau thermale. Un litre d'eau de Vichy contient environ, en nombre rond, 5 grammes de bi-carbonate de soude ; c'est donc en prenant 1 gramme de bi-carbonate de soude dissous dans environ 2 décilitres d'eau chaude un peu gazeuse, que l'on parvient à rétablir une digestion pénible : on va voir combien l'emploi des pastilles alcalines est préférable à ce moyen. Ces pastilles, étant du poids de 1 gramme, doivent contenir à-peu-près $0^{gram.},05$ de bi-carbonate de soude ; il en faut par conséquent à-peu-près 20 pour équivaloir, sous le rapport du bi-carbonate de soude, à un verre ou à 2 décilitres d'eau minérale de Vichy ; mais l'expérience a prouvé qu'on rétablissait facilement une mauvaise digestion en prenant seulement une ou deux pastilles alcalines, et qu'on était rarement obligé

---

(1) Ces pastilles, attirant légèrement l'humidité de l'air, doivent être conservées dans des flacons bien bouchés ou dans un endroit sec.

d'aller jusqu'à trois (1). On voit donc que dans l'emploi de l'eau minérale de Vichy, l'eau pure, chaude, quoiqu'un peu gazeuse, s'oppose fortement à l'action salutaire du bi-carbonate de soude, et qu'il est bien certain que lorsqu'il ne s'agit que de faciliter les fonctions de l'estomac, les pastilles alcalines présentent beaucoup plus d'avantages que l'eau de Vichy prise telle que les sources la fournissent.

L'expérience a encore démontré qu'en faisant usage des pastilles alcalines, on pouvait non-seulement faciliter une digestion pénible, et remédier même à une indigestion complète; mais que l'on pouvait, en prenant d'avance quelques-unes de ces pastilles, éviter ce mal, et permettre à l'estomac de recevoir des alimens qui, sans ce secours, en troubleraient les fonctions; c'est au moins ce que j'éprouve journellement (2). J'ajouterai qu'en faisant usage de ces pastilles lorsqu'on est fatigué par une digestion lente et difficile, on est plus promptement soulagé qu'en employant la magnésie pure ou carbonatée; l'action qu'elles produisent est

---

(1) J'ai vu une personne fatiguée depuis cinq heures par une forte indigestion, en être promptement guérie en prenant des pastilles alcalines de cinq minutes en cinq minutes : il y eut du soulagement dès la prise des premières pastilles, et il n'en fallut que onze pour rétablir complètement la digestion. Onze pastilles ne représentent qu'environ un demi-verre d'eau de Vichy.

(2) L'emploi des pastilles alcalines a bien rétabli chez moi les fonctions digestives; je ne me sers plus que rarement de ces pastilles, et je puis maintenant prendre, sans leur secours, des alimens que j'avais beaucoup de peine à digérer il y a deux ans.

tellement prompte et complète, que cette action paraît être purement chimique (1). Elle a sans doute pour effet de saturer l'acide qui s'est développé dans les premières voies; l'acide carbonique du bi-carbonate de soude se dégage, les aigreurs disparaissent, le calme renaît, et un bien-être général succède promptement à la tristesse et au mal-aise qui suit toujours le dérangement de l'estomac. Il est avantageux, lorsque la digestion est ainsi rétablie, de se laver la bouche avec un peu d'eau, ou mieux avec un peu d'eau sucrée ou aromatisée avec quelques gouttes de fleur d'orange; on peut même avaler quelques cuillerées de cette eau pour détruire complètement la saveur légèrement alcaline qui persiste quelque temps après l'usage des pastilles. Nous terminerons cet article en recommandant d'employer les pastilles alcalines aussitôt que l'on s'aperçoit que l'estomac fait mal ses fonctions; car il y a toute espèce d'avantage à ne pas attendre que le mal soit aggravé.

Considérations qui tendent, à établir l'innocuité des pastilles alcalines préparées avec le bi-carbonate de soude, et qui doivent en faire adopter l'usage.

Nous avons vu plus haut qu'un verre d'eau de Vichy, de la capacité de deux décilitres, contient, en nombre

---

(1) Le bi-carbonate de soude ne paraissant agir, dans le cas d'indigestion, qu'en saturant l'excès d'acide développé dans les premières voies, ne peut-il pas être considéré comme n'ayant qu'une action purement chimique, et comme ne devant par conséquent pas perdre son influence salutaire par suite d'un long usage?

rond, 1 gram. de bi-carbonate de soude, et qu'il faut environ 20 pastilles alcalines pour représenter la même quantité de ce bi-carbonate. Un buveur d'eau minérale en boit ordinairement, à Vichy, cinq verres chaque matin, et prend en outre un bain chaque jour dans la même eau. Supposons, ce qui n'est point, que l'eau du bain ne soit pas absorbée (1), il reste au moins certain qu'un buveur d'eau à Vichy y prend, en quelques heures, autant de bi-carbonate de soude que s'il avait fait usage de 100 pastilles alcalines dans le même temps; mais l'expérience de plusieurs siècles a prouvé que l'usage des eaux de Vichy est salutaire à la santé : on se trouve bien d'y rester six semaines chaque année; plusieurs personnes y reviennent par reconnaissance, par crainte ou par habitude depuis plus de vingt ans, et se félicitent toujours de l'effet salutaire des eaux. M. Lucas n'a jamais observé que ceux de ses malades qui sont venus le plus souvent à Vichy aient été atteints de maladies des voies urinaires; et il est au contraire prouvé que l'usage de ces eaux rétablit les fonctions digestives, et redonne souvent à tout le système une énergie qu'on désespérait de voir renaître.

Ces considérations suffiraient sans doute pour établir

---

(1) J'ai reconnu, en 1824, que l'urine des personnes qui boivent l'eau de Vichy était très-alcaline, et qu'il suffisait même de s'être baigné dans cette eau pour éprouver cet effet: les observations que j'ai faites à ce sujet se trouvent citées dans une Note que je publierai avant peu, et dans laquelle j'ai cherché à bien établir quelle était l'action que les eaux de Vichy ont sur les voies urinaires.

complètement l'innocuité de l'emploi passager de quelques pastilles alcalines, non pas prises à jeun, mais alors que des acides développés dans l'estomac après le repas, se trouvent prêts à neutraliser le peu de bi-carbonate de soude qu'elles contiennent (1). Je puis cependant ajouter à ces preuves déjà suffisantes des faits bien plus positifs en faveur de l'emploi des pastilles alcalines: voici les résultats d'expériences en grand qui rendront sans doute la conviction complète.

Dans les fabriques où l'on extrait le sel de soude de la soude brute, il y a des ouvriers qui passent leur vie à piler, tamiser, embariller le sel de soude. Ce sel, au sortir du four, est réduit en poudre et tamisé, étant sou-

---

(1) On a long-temps cru que l'acide qui se formait dans les premières voies lorsque le travail de la digestion était troublé était de l'acide acétique; mais MM. Chaussier et Adelon ont remarqué que l'acide qui se dégage dans cette circonstance a beaucoup d'énergie, et leur opinion est que cet acide doit différer de l'acide acétique; d'un autre côté, les travaux de MM. William Prout et Children tendent à prouver que c'est de l'acide muriatique qui se développe lors des mauvaises digestions : la question ne paraît cependant pas encore bien décidée, et il est à désirer que de nouvelles expériences soient faites pour en obtenir la solution. La facilité avec laquelle l'acide qui se développe dans les premières voies y décompose le bi-carbonate de soude, et la petite quantité de bi-carbonate qu'il faut pour saturer cet acide, sont des considérations qui me semblent venir à l'appui de l'opinion qui attribue la formation des aigreurs lors des digestions pénibles à une autre cause qu'à la présence de l'acide acétique.

vent encore très-chaud ; l'atelier où se fait cette opération est ordinairement bien clos, afin de ne pas perdre le sel de soude en poudre que le pilage et le tamisage portent dans l'air en si grande quantité, que les parois des murs et les vêtemens des ouvriers en sont bientôt tout couverts. Ces ouvriers passant dix heures par jour dans cet atelier, et ne prenant aucune précaution, y doivent respirer et avaler une grande quantité de sel de soude. J'ai conduit un atelier dans lequel on fabriquait jusqu'à 1000 kilogrammes de sel de soude par vingt-quatre heures ; plusieurs des ouvriers qui y travaillaient depuis six et sept ans, ayant été interrogés à ce sujet, ont tous déclaré qu'ils n'y éprouvaient aucune incommodité, qu'ils y avaient seulement *plutôt faim et plus faim* que dans les autres ateliers de la fabrique ; qu'ils étaient, en général, plutôt constipés que relâchés, mais qu'ils n'éprouvaient point de gêne de cet état : on sentira combien ces résultats viennent à l'appui de l'innocuité des pastilles alcalines, quand on calculera que chaque ouvrier a pu avaler sans accident, pendant sept années de suite, au moins 10 grammes de sel de soude par jour ; que cette quantité d'alcali représente environ 200 pastilles, et que ce sel, qui est composé d'environ $\frac{1}{3}$ de soude pure et de $\frac{2}{3}$ de bi-carbonate de soude, est beaucoup plus caustique, et par conséquent plus nuisible que le bi-carbonate de soude, dans lequel l'alcali se trouve complètement saturé d'acide carbonique. Je n'insisterai pas davantage sur ces considérations ; je n'ai accumulé tant de preuves pour appuyer mon opinion, que parce qu'il s'agit ici d'un médicament, et que l'on ne saurait prendre trop de précautions en en proposant

de nouveaux. En me résumant, je dirai que je ne me suis déterminé à publier cette Note qui s'éloigne beaucoup du but habituel de mes travaux, qu'après avoir fait bien des essais, qu'après avoir recueilli un grand nombre de resultats favorables, et que lorsque deux années d'expériences faites sur moi-même ont pu me convaincre de l'exactitude de tout ce qui a été dit plus haut. Je suis persuadé que les pastilles alcalines préparées avec le bi-carbonate de soude sont préférables aux pastilles de magnésie et aux poudres absorbantes employées depuis long-temps pour neutraliser les aigreurs qui se développent dans l'estomac, et j'espère que l'usage de ces pastilles pourra procurer du soulagement aux nombreuses personnes qui, laborieuses par goût ou par devoir, mettent trop peu d'intervalle entre leurs repas et le travail du cabinet, nuisent de cette manière aux fonctions de leur estomac, et accélèrent ainsi trop souvent la ruine de leur santé, et par contre-coup l'affaiblissement de leurs facultés morales.

Observations *sur le Mémoire de M.* Robinet *relatif à une nouvelle analyse de l'Opium.*

Par M. Robiquet.

(Lues à la Section de Pharmacie le 1er octobre 1825.)

Le dernier travail de notre jeune et laborieux collègue nous a offert des résultats si neufs et si piquans qu'il a vivement frappé l'attention de tous les chimistes, et que j'ai

ardemment souhaité, pour mon compte particulier, d'en pouvoir vérifier toutes les données principales. Je me trouvais, par un double motif, intéressé à cet examen. J'ai plus d'une fois, comme on sait, émis quelques doutes sur la préexistence des alcalis organiques dans les végétaux, et j'ai supposé qu'ils étaient produits par la réaction des substances alcalines sur certains matériaux immédiats, et plus particulièrement sur ce qu'on nomme le *principe résineux* ou *résinoïde*. J'admettais encore que l'alcalinité acquise par ce principe était due à la combinaison d'une certaine quantité d'ammoniaque dont j'avais reconnu l'existence dans tous les végétaux qui fournissent des bases organiques. Ainsi donc, dans cette manière de voir, l'action de la potasse, de la chaux, de la magnésie ou autres bases analogues, se réduisait à décomposer un sel ammoniacal tout formé, et à combiner cette base en proportion convenable avec le principe résineux dont j'ai fait mention. J'avais fondé cette opinion sur la présence de l'azote dans tous les alcalis végétaux, et j'avais même cherché à établir, en prenant la morphine pour type, que leur capacité de saturation était exactement la même que celle qui appartiendrait à la proportion d'ammoniaque représentée par la quantité d'azote contenue dans ces alcalis. Je m'appuyais encore sur ce qu'on n'était jamais parvenu à extraire directement les bases organiques, ni leurs combinaisons naturelles. Cette opinion fut combattue, et il fut établi, par MM. Pelletier et Dumas, que l'azote qui se rencontrait à la vérité dans toutes les bases organiques ne pouvait cependant être considéré comme la cause essentielle de leur alcalinité, puisque la quantité d'ammo-

niaque représentée par la proportion d'azote contenue dans chacune d'elles ne se trouvait point en rapport avec leurs capacités de saturation. Resterait à savoir maintenant s'il ne se pourrait pas que portion de l'azote appartînt primitivement à la substance résinoïde alcalisée, et portion à l'ammoniaque combinée. Quoi qu'il en soit, mon but actuel n'est point de m'occuper de cette partie de la question, et je viens seulement proposer mes doutes sur l'extraction directe obtenue par M. Robinet. Il eût peut-être été plus convenable d'attendre la publication de la seconde partie de son travail; mais ce que nous en connaissons, si je ne m'abuse, joint aux recherches que j'ai pu faire de mon côté, suffira, je pense, pour donner à mes observations un caractère réel de probabilité.

A une époque où je pouvais consacrer quelques loisirs aux recherches, j'avais tenté d'extraire directement du quinquina, le sel naturel de kinine qu'on y admet, et quelque effort que j'aie pu faire, quelque modification que j'aie pu apporter dans les procédés, je n'ai rien obtenu qui eût de l'analogie avec le produit recherché. On ne peut sans doute tirer aucune conclusion de ce résultat négatif; mais cela me suggéra néanmoins l'idée que les alcalis organiques, en admettant qu'ils préexistent réellement dans les végétaux, n'y sont probablement pas combinés aux acides ordinaires, mais bien à des substances particulières susceptibles d'en faire fonction, telles que le principe colorant ou autre analogue; et d'ailleurs le peu d'affinité de ces bases pour les acides permet de croire que ceux-ci se combinent de préférence avec les alcalis ou les terres qui se

rencontrent ordinairement dans les végétaux. J'étais encore dans cette persuasion lorsque M. Robinet nous annonça qu'à l'aide du nouveau moyen d'analyse qu'il venait de mettre à la disposition des chimistes, il était parvenu à isoler le sel naturel de morphine de tous les autres produits contenus dans l'opium; dès-lors je regardai le problême comme résolu, et je fus un des premiers à applaudir au succès de notre jeune et estimable confrère; mais qui ne sait combien on éprouve de peine à se débarrasser d'idées long-temps admises comme vraies. Tout en méditant donc sur les résultats obtenus par M. Robinet, je me trouvai entraîné comme malgré moi à une sorte d'incrédulité qui m'engagea à profiter de la première occasion qui pourrait se présenter pour m'assurer si je devais décidément renoncer à ma manière de voir.

Dès que M. Robinet nous eut signalé l'emploi des sels neutres comme un des meilleurs moyens auxquels on peut avoir recours pour éliminer les substances les plus solubles de celles qui le sont moins, je songeai à en faire l'application à l'extraction de la morphine. Je fis macérer un kilogramme d'opium dans une quantité suffisante d'eau, et après avoir ramené toutes les solutions réunies à environ 7° de l'aréomètre, j'y ajoutai du sel marin en poudre, et j'agitai le liquide jusqu'à sa complète saturation. Après quelques instans de contact, je vis une matière poisseuse noirâtre qui se précipita en assez grande abondance, et qui vint enduire toutes les parois internes du vase. Lorsque l'action fut entièrement terminée, on filtra la liqueur et on la soumit à l'ébullition. Arrivé à ce point, je versai une quantité conve-

nable d'ammoniaque ; je retirai du feu et je recueillis, après refroidissement, le précipité qui s'était formé ; mais je vis que la proportion en était bien moindre que par la méthode ordinaire. Je pensai toutefois qu'ainsi débarrassé de toute la matière colorante, le précipité ne se trouverait être que de la morphine pure. Néanmoins, dès le premier traitement par l'alcool mes espérances furent entièrement déçues. La presque totalité du précipité disparut, et j'obtins à peine 4 grammes de morphine. Je revins donc à la solution d'opium primitivement précipitée par le sel marin, puis par l'ammoniaque ; je m'assurai qu'elle était encore très-sensiblement alcaline, et je m'aperçus en même temps qu'il s'était déposé dans le flacon qui la contenait un précipité grenu assez abondant, que je reconnus pour être de nature végétale, mais qui ne possédait point les caractères de la morphine.

Examiné dans son état brut, je le pris d'abord pour un méconate, parce qu'il jouissait de la propriété de rougir fortement les solutions même très-étendues de peroxide de fer ; mais ce ne fut qu'après la complète purification que je pus constater sa véritable nature et reconnaître que c'était un muriate de morphine.

Il me fut impossible de me rendre compte de ce résultat sans admettre que l'acide hydrochlorique avait été fourni par le sel marin, et je ne voyais aucun motif pour qu'il en fût autrement dans les expériences de M. Robinet. Cependant cet habile chimiste nous assure que son *codéate* se dissout sans effervescence dans l'acide sulfurique ; que le nitrate d'argent ne produit aucun trouble dans la solution de ce sel ; et enfin que l'acide

codéique jouit de la propriété de cristalliser ; propriété que je n'avais pu constater lors de mon premier travail sur l'opium, parce que, d'après M. Robinet, je n'avais point obtenu cet acide dans son plus grand état de pureté. De telles assertions ne pouvaient certes se concilier avec mes observations, et je remis toute décision à l'époque de la publication de la deuxième partie du travail de M. Robinet. Cette partie doit nous offrir l'histoire complète de l'acide *codéique*, et c'est peut-être ce qui aurait dû être fait dès le principe; car là se trouve la base entière de l'édifice. Pendant que je restais ainsi dans le vague, je me trouvai forcé, par le besoin de mon commerce, de m'occuper de la préparation du codéate de morphine, et je m'avisai fort mal-à-propos de modifier, pour aller plus vite, le procédé suivi par M. Robinet ; au lieu de faire macérer l'opium dans l'eau saturée de sel, j'ajoutai, comme dans le cas précédent, du sel à une solution concentrée d'opium, puis je continuai l'opération comme le recommande l'auteur; mais loin de m'avancer, je me reculai de beaucoup, et malgré diverses reprises par l'alcool concentré, j'obtins des dissolutions qui allaient jusqu'à la consistance sirupeuse sans fournir de cristaux. Toutefois je parvins, après beaucoup de peine, à obtenir quelques portions de *codéate*, qui me présentèrent tous les caractères extérieurs du sel de M. Robinet, et cependant il en différait essentiellement par les propriétés chimiques; car, mis en contact avec l'acide sulfurique, il répandait d'abondantes vapeurs muriatiques, reconnaissables à la vue comme à l'odorat : sa solution aqueuse donnait, par le nitrate d'argent, un précipité insoluble

dans l'acide nitrique ; et chose très-remarquable, c'est que le codéate brut ne possédait point cette propriété caractéristique. Le nitrate d'argent y formait d'abord un léger nuage qui se redissolvait ensuite. Je ne connais point la cause de ce singulier phénomène, et j'y reviendrai peut-être dans un autre moment ; mais pour ne point perdre de vue mon objet actuel, je dirai que je me trouve disposé, d'après cela, à ne pas regarder l'existence du nouveau sel de M. Robinet comme bien avérée ; car je ne puis m'imaginer que ce léger changement que j'ai apporté à son procédé ait pu déterminer des différences si prononcées dans les résultats, et je pense qu'on sera également porté à élever les mêmes doutes sur l'existence du méconate acide de soude dans l'opium. En effet, cet alcali qu'on ne rencontre que bien rarement dans les végétaux qui ne croissent que sur les bords de la mer, ne provient, selon toute apparence, que de la portion de sel marin qui a cédé son acide à la morphine, en telle sorte qu'il y a dû se former à la fois et du muriate de morphine et du méconate de soude ; d'où il faudrait inférer, contre l'avis de M. Robinet, contre ma propre opinion, mais conformément à l'idée primitivement émise par Sertuerner, que la morphine existe bien réellement dans l'opium à l'état de méconate. Ainsi, dans l'état actuel des choses, et jusqu'à ce qu'on nous ait positivement démontré le contraire, je me trouve autorisé par les faits précédens à regarder provisoirement le *codéate de morphine* comme un véritable *muriate*.

Animés comme nous le sommes l'un et l'autre de l'amour du vrai, nous ne trouverons, j'en suis certain, dans l'expression franche de nos opinions respectives,

qu'une nouvelle source d'estime et de bienveillance réciproque.

Je terminerai cette courte Notice par rappeler l'attention sur un fait qui mérite d'être observé de plus près. Je veux parler de la difficulté qu'on éprouve à précipiter la morphine de sa combinaison muriatique. On a vu, en effet, que l'ammoniaque en léger excès n'en séparait à chaud qu'une faible portion, et on ne peut supposer qu'elle fût retenue en solution par l'alcali volatil lui-même; car, en rapprochant ces liqueurs, j'obtins un précipité de morphine par l'addition d'une nouvelle quantité d'ammoniaque, et d'ailleurs le dépôt grenu que j'ai signalé comme un muriate de morphine ne contient aucune portion d'ammoniaque; ainsi ce n'est point un sel triple. Il paraît donc assez difficile de donner maintenant une explication bien plausible de ce phénomène, et tout ce qu'on peut, à mon avis, admettre sur ce point de plus vraisemblable, ce serait la formation d'un sous-muriate, qui offrirait ensuite plus de résistance à la décomposition. Ce qu'il y a de certain, c'est que, bien que ce soit un muriate de morphine, il diffère cependant essentiellement de celui qu'on obtient directement. Sa cristallisation est peu grenue; il est beaucoup moins soluble dans l'eau, et l'addition d'une très-faible quantité d'acide en augmente singulièrement la solubilité. Ainsi il devient assez probable qu'il se forme un sous-sel; mais avant de prononcer, il faut que cela soit examiné plus positivement.

Analyse *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 5 décembre 1825.

L'Académie reçoit un dépôt cacheté du baron Blein ; un Mémoire de M. Olivier, intitulé : *Recherches sur les Engrenages de White ;* un Mémoire de M. le comte Dejean, *sur la Tribu des simplicipèdes dans la famille des Carabiques ;* deux Lettres, l'une de M. Barbié du Bocage, et l'autre de M. Puissant : ces deux savans demandent à être inscrits sur la liste des Candidats à la place vacante dans la Section de Géographie et de Navigation ; une Lettre de M. Savigny qui remercie ses Confrères du témoignage unanime d'intérêt qu'ils lui ont récemment donné.

M. Pelletan lit un Mémoire intitulé : *Observations sur la Lumière et ses rayons.*

M. Girard lit un Mémoire *sur le Nivellement général de la France, et les moyens de l'exécuter.*

M. Cauchy présente et dépose un Mémoire *sur la Résolution de quelques Equations indéterminées en nombres entiers.*

M. Devau lit un Mémoire intitulé : *Considérations sur le Genre veronica et sur quelques Genres des familles ou sections voisines.*

Séance du lundi 12 décembre.

M. Latreille, au nom d'une Commission, fait un Rapport très-étendu et très-favorable sur le travail de M. d'Orbigny *relatif aux Mollusques céphalopodes.*

M. Raspail lit un Mémoire *sur le Développement de la fécule dans les organes des céréales.*

La Section d'Astronomie présente la liste suivante de Candidats pour la place de Correspondant vacante dans son sein :

MM. Enke, à Berlin; Carlini, à Milan; Soldner, à Munich; Litrow, à Vienne; Struve, à Dorpat; South, à Londres, et Schumacher, à Altona (1).

Séance du lundi 19 *décembre.*

L'Académie reçoit la Description d'un appareil universel de Météorologie, par M. Roucher de Ratte de Montpellier; la Description d'une nouvelle Navette, par M. Culhat de Lyon; une Lettre de M. Chomereau de Rennes, sur une Colle imperméable et incombustible de son invention, qui sert à coller à froid, les marbres, les porcelaines, les cristaux, etc.; une Lettre de M. Malte-brun, sur l'interprétation qu'on devrait donner, suivant lui, à un article du Réglement concernant la Section de Géographie et de Navigation; une Lettre de M. Bory de Saint-Vincent, relative au travail dont il s'occupe sur les animaux microscopiques; une Lettre de M. Jomard, contenant l'annonce de la mort de M. Beaufort et une Notice abrégée des travaux de cet intrépide

(1) Le public s'étonnerait avec raison de ne pas trouver le nom de M. Plana sur cette liste, si nous n'avertissions ici que la Section d'Astronomie, pour laquelle les candidats sont toujours très-nombreux, a cru devoir laisser à la Section de Mathématiques pures, le plaisir de proposer à l'Académie la nomination d'un géomètre aussi distingué.

voyageur ; une Lettre de M. Hapel-Lachenaie, qui offre les Manuscrits de son père, décédé à la Guadeloupe en 1808.

On procède à l'élection d'un Correspondant dans la Section d'Astronomie ; M. Enke réunit la majorité des suffrages.

M. Fourier fait un Rapport verbal au sujet d'un Mémoire de M. Moreau-de-Jonnès, intitulé : *Recherches sur les changemens produits dans l'état physique des contrées par la destruction des forêts.*

M. Beudant fait un Rapport également verbal sur l'Ouvrage du même Auteur, intitulé : *Histoire physique des Antilles.*

L'Académie nomme, au scrutin, un Membre qui s'adjoindra à la Section de Géographie et de Navigation chargée de présenter des Candidats à la place vacante par la mort de M. Buache ; M. Arago réunit la majorité des suffrages.

M. Brochant fait un Rapport verbal sur la partie géologique et minéralogique de l'Ouvrage de M. Moreau-de-Jonnès *concernant les Antilles.*

M. Gaymard lit la Description de quelques polypes lithophytes observés à l'Ile-de-France, à Timor et à Guam.

La Section de Physique présente, en comité secret, la liste suivante de Candidats pour les places de Correspondans vacantes dans son sein :

MM. Brewster, à Edimburgh ; Seebeck, à Berlin ; Herschel, à Londres ; Chladny, à Wittemberg ; Barlow, à Woolwich ; Auguste de Larive, à Genève ; Amici, à Modène.

Séance du lundi 26 décembre.

L'Académie reçoit un paquet cacheté de M. Prosper Debia de Montauban ; les Dessins d'une machine inventée par M. André Neuville ; des Recherches anatomico-pathologiques *sur la Phthisie pulmonaire*, par M. Louis ; des Remarques *sur Euclide*, par M. Walsh de Cork.

M. Boyer, au nom d'une Commission, fait un rapport favorable sur un Mémoire de M. Moreau-de-Jonnès, intitulé : *Notice sur l'Itinéraire des irruptions du* cholera morbus *pestilentiel en Perse, dans la Mésopotamie et en Syrie.*

L'Académie procède à l'election de deux Correspondans dans la Section de Physique :

MM. Brewster et Seebeck obtiennent successivement la majorité des suffrages.

M. le général Andréossy lit un Mémoire *sur le Tir des projectiles creux.*

M. Francœur lit un Mémoire *sur la Résolution des équations numériques de tous les degrés.*

M. Cauchy dépose un Mémoire intitulé : *Usage du calcul des résidus pour la sommation de plusieurs séries composées d'un nombre fini de termes.*

Forme *des Cristaux de l'acide tartrique.*

Par M. Peclet.

Ayant une occasion de faire cristalliser de l'acide tartrique en grandes masses, j'ai souvent obtenu des cristaux isolés bien caractérisés, qui m'ont permis d'en

déterminer exactement la forme. Comme le système de cristallisation de l'acide tartrique n'est pas encore connu, j'ai pensé qu'il serait utile de le décrire.

Les cristaux d'acide tartrique sont des prismes hexaèdres dont les faces sont parallèles deux à deux. Les quatre angles les plus obtus sont égaux entre eux et sont de 129° ; les deux autres angles, aussi égaux entre eux, sont de 102°. Ce prisme est terminé par une pyramide à trois faces, dont les incidences sont de 102°,5, 122° et 125°.

Les masses d'acide tartrique que l'on trouve dans le commerce sont composées de cristaux serrés les uns contre les autres, et qui ne laissent en évidence que leurs sommets ; mais on peut mettre les prismes à nu en plaçant un fragment de ces masses dans l'eau, et les retirant au bout de quelques instans ; l'acide cristallisé confusément et qui sépare les cristaux se dissout d'abord et dégage les cristaux. Il arrive quelquefois que les prismes sont très-comprimés parallèlement à l'axe ; alors les cristaux ont la forme de lames, mais on y reconnaît encore la face que nous avons décrite. J'ai observé que l'acide ne forme des cristaux aplatis que quand la dissolution d'acide tartrique, n'étant pas très-concentrée, est restée long-temps en cristallisation. Il est bon d'observer que, dans les cristaux d'acide tartrique, une des faces du sommet a toujours une grande étendue relativement aux deux autres, de sorte que souvent il faut une grande attention pour les découvrir.

Les cristaux d'acide tartrique observés avec soin à de fortes loupes ne m'ont présenté aucune strie. J'ai essayé vainement de découvrir des joints naturels ; car,

dans quelque sens que soit dirigée la percussion, je n'ai jamais pu obtenir que des sections irrégulières. Ne pouvant pas déterminer la forme primitive par le clivage, j'ai cherché quelles étaient les formes primitives possibles, et je n'en ai trouvé qu'une seule.

La seule forme primitive possible des cristaux d'acide tartrique est un parallélipipède oblique dont les angles dièdres contigus de l'angle solide le plus obtus sont de 102°,5, 122° et 125°. La forme secondaire, décrite au commencement de cette Note, résulterait d'un décroissement par une seule rangée sur les six arêtes de la forme primitive, correspondante aux angles dièdres les plus aigus. En effet, si l'on place sa forme primitive de manière que la plus courte diagonale prise pour axe soit verticale, il est évident qu'un décroissement par une rangée sur l'un quelconque des bords latéraux produira une face secondaire parallèle à l'axe, et par conséquent un semblable décroissement sur les six arêtes latérales produira un prisme hexaèdre dont les faces seront parallèles deux à deux, et qui sera terminé par les angles trièdres supérieurs et inférieurs de sa forme primitive.

Cette forme secondaire a beaucoup d'analogie avec la variété de chaux carbonatée que Haüy a désignée sous le nom d'*unitaire*. Dans cette dernière, le prisme hexaèdre est régulier parce que la forme primitive est un rhomboïde.

Ce système de cristallisation de l'acide tartrique est très-simple, puisque sa forme observée ne résulte que d'un seul décroissement par la soustraction d'une seule molécule : il se trouve d'accord avec une loi très-générale que je n'ai jamais trouvée en défaut, et qui con-

siste en ce que les premiers décroissemens ont toujours lieu sur les angles les plus aigus. (J'en ai donné la raison dans mon *Traité de Physique*, pag. 85 et 86.) Et comme je n'ai trouvé qu'une seule forme primitive qui puisse produire la forme secondaire observée, je pense que le système de cristallisation que j'ai décrit présente toute la certitude que l'on peut exiger en semblable matière.

(*N. B.*) Les angles dont j'ai donné la valeur n'ayant été mesurés que par le goniomètre ordinaire, je n'ai pu atteindre à autant de précision qu'avec un instrument de réflexion ; mais je ne pense pas que les erreurs que j'ai pu commettre dépassent un demi-degré.

Sur *les Minéraux cristallisés qui se trouvent dans les aérolithes.*

Par M. Gustave Rose.

Les aérolithes terreux peuvent être divisés, d'après leur structure, en deux classes : les uns consistent en une masse grise compacte, dans laquelle on ne peut reconnaître à l'œil nu d'autres parties mélangées que quelquefois du fer natif disséminé ; les autres sont composés de diverses substances qui, parfaitement séparées les unes des autres, forment une roche mélangée grenue, comme le granite, la siénite et la dolérite. Les aérolithes de Ensisheim, Mauerkirchen, Lissa, Barbotan, l'Aigle, Doroninsk appartiennent à la première classe ; les aérolithes de Stannern et de Juvénas à la se-

conde. J'ai essayé de déterminer les minéraux qui composent les deux derniers, parce qu'il me paraissait important, pour la connaissance des aérolithes, de savoir non-seulement quelles sont leurs parties constituantes médiates que les analyses faites jusqu'ici nous ont données, mais aussi quelles sont leurs parties constituantes immédiates; par la même raison qu'il ne suffit pas de savoir que le granite consiste en silice, alumine, potasse, magnésie, protoxide de fer, etc., mais qu'il est un mélange grenu de quarz, de feldspath et de mica. Je me suis occupé principalement de l'aérolithe de Juvénas, parce qu'il a, autant que je sache, les parties mélangées les plus distinctes. J'ai pu profiter, pour cet examen, de deux très-beaux échantillons qui se trouvent dans la collection minéralogique de l'Université de Berlin, dont le plus grand est un présent de M. Alex. de Humboldt.

L'aérolithe de Juvénas est une roche mélangée, grenue, quelquefois assez friable, qui consiste principalement en deux substances, l'une brune, et l'autre blanche, qui s'y trouvent presque en quantités égales. Il y a quelquefois parmi ces substances des lames jaunes, et un minéral métallique qui se trouve disséminé çà et là dans l'aérolithe, en cristaux ou en petits grains. Il a quelquefois des cavités, et j'ai trouvé sur leurs parois des cristaux principalement de la substance brune, dont j'ai pu déterminer exactement la forme : c'était du *pyroxène*. Parmi ces cristaux j'en ai trouvé quelques-uns dont les plans étaient assez lisses et brillans pour pouvoir mesurer leurs inclinaisons avec le goniomètre à réflexion, quoique les images, que les plans ont réfléchies, n'eussent pas des contours assez nets pour pren-

dre des mesures très-exactes. La forme de ces cristaux est celle que le pyroxène affecte toujours quand il se trouve implanté dans une masse, telle que le basalte ou la lave, et que j'ai dessinée fig. 1. C'est un prisme oblique *M*, avec les troncatures *r* et *l* de l'arête latérale aiguë et obtuse ; ayant à ses extrémités un bisellement à l'arête oblique, qui est dirigé vers la troncature de l'arête latérale aiguë. J'ai vu aussi quelquefois les plans *o*, et les troncatures des arêtes entre *s* et *M*, qui sont très-rares et très-petites dans les pyroxènes du basalte, avoir dans l'aérolithe une extension plus grande ; et je l'ai dessinée. L'angle que j'ai pu mesurer le mieux était celui de *M* vers *l*; je l'ai trouvé de 136° 3′ à 146° 5′.

La couleur du pyroxène est d'un brun verdâtre opaque, l'éclat sur les plans assez fort. Il se fond au chalumeau sur les arêtes en un verre noir, et devient magnétique : il ne l'était pas auparavant. Il se dissout lentement, mais entièrement, dans le borax, en montrant les réactions du fer; dans la flamme extérieure, il se dissout avec effervescence. Le verre est vert, fondu dans la flamme intérieure, et un peu rougeâtre dans la flamme extérieure; les couleurs s'évanouissent presqu'entièrement par le refroidissement. Ce pyroxène ne se dissout que très-peu dans le phosphate de soude et d'ammoniaque; il fond avec un peu de carbonate de soude en un globule noir : avec une quantité plus grande de soude, la masse entre dans le charbon, et on obtient du fer en lavant à la manière connue le charbon imbibé de soude.

La détermination de la substance blanche dans l'aéro-

lithe de Juvénas était plus difficile que celle du pyroxène. Quoiqu'elle se trouve quelquefois en parties plus grandes que le pyroxène, et qu'on observe en elle un clivage assez distinct, les cristaux que j'ai trouvés aux parois des cavités étaient si petits, que je n'ai pu les mesurer. Haüy (1) a pris cette substance blanche pour du feldspath, et M. Laugier (2) croit avoir obtenu une confirmation de cette opinion dans l'analyse qu'il a faite de l'aérolithe de Juvénas, où il a trouvé, outre la silice, 10,4 p. c. d'alumine et 0,2 p. c. de potasse. Mais si cette substance faisant à-peu-près la moitié de l'aérolithe, et dans quelques endroits évidemment une plus forte proportion, était en effet du feldspath, l'analyse n'aurait pas donné 0,2, mais 8 p. c. de potasse ; car le feldspath en contient 16,31 p. c. Je me suis convaincu aussi bientôt que la forme n'était pas celle du feldspath. J'ai trouvé très-souvent dans la masse compacte des morceaux mâclés, où les lames ont formé des angles rentrans ; mais les plans n'étant pas assez brillans, je n'ai pu les mesurer. Il m'a paru cependant bien vraisemblable que cette substance blanche était ou de l'albite, ou du labrador, ou de l'anorthite, et la forme des petits cristaux aux parois des cavités m'a paru venir à l'appui de cette opinion. L'un d'eux me semblait avoir la forme dessinée fig. 2, qui est une hémitropie, comme on en trouve dans l'albite, le labrador et l'anorthite (3) :

---

(1) *Traité de Minéralogie*, éd. 2, t. III, p. 537.

(2) *Ann. de Chim.*, t. XIX, p. 266.

(3) *Voy.* mon Mémoire sur le feldspath, l'albite, le labrador et l'anorthite dans les *Ann. de Chim.*, t. XXIX, p. 5.

l et *l'* sont les plans latéraux antérieurs des deux cristaux de l'hémitropie ; *M* sont les troncatures des arêtes latérales aiguës, et les plans parallèles au plan de jonction des deux cristaux ; *P* et *X* sont les plans terminaux des côtés antérieur et postérieur. Les plans *P* et *P'*, et les plans *X* et *X'* font entre eux des angles rentrans ; ce qui est le signe caractéristique des minéraux qui diffèrent du feldspath, mais qui lui ressemblent.

La substance blanche ne pouvait pas appartenir à l'anorthite, parce que M. Laugier avait trouvé que les acides n'attaquent l'aérolithe qu'avec difficulté, et que l'anorthite s'y dissout au contraire avec beaucoup de facilité. Elle devait contenir de la soude si elle était de l'albite, et celle-ci contenant 11,43 p. c. de soude, elle en devait contenir environ 6 p. c., si on suppose qu'elle fasse la moitié de la masse de pierre, ce qui n'est cependant pas constaté par l'analyse de M. Laugier ; mais M. Laugier ayant obtenu dans cette analyse une perte de 7,8 p. c. (1), j'ai cru nécessaire de voir s'il n'y avait pas de la soude dans la pierre. J'ai fait pour cela une analyse de l'aérolithe de Juvénas, dans laquelle j'ai cherché principalement à déterminer l'alcali qu'il contenait, et j'ai choisi pour cela la méthode que M. Berzelius a proposée pour l'analyse des minéraux contenant de l'alcali. Je dissolvis 3,13 gr. de la masse de l'aérolithe, sans en avoir séparé le pyroxène, dans de l'acide fluorique fumant ; j'ajoutai alors de l'acide sulfurique, et j'évaporai la masse à siccité, pour chasser tout le gaz fluo-silicique et l'acide sulfurique qui était

(1) *Ann. de Chim.*, t. XIX, p. 269

en excès. Je fis digérer la masse sèche avec de l'eau, et je filtrai la dissolution ; la chaux resta alors pour la plus grande partie comme gypse dans le filtre. L'autre partie de la chaux qui était dissoute, ainsi que l'alumine et l'oxide de fer, fut précipitée par le carbonate d'ammoniaque, auquel j'avais ajouté un peu d'oxalate d'ammoniaque. Je fis cristalliser la liqueur filtrée dans une petite fiole ; mais je ne pus reconnaître dans les cristaux que du sulfate de magnésie. Comme ils pouvaient cependant contenir encore un alcali, je me suis servi de la méthode que mon frère a employée dans l'analyse du mica (1), pour le séparer de la magnésie. Je précipitai l'acide sulfurique par l'acétate de baryte ; j'évaporai l'acétate de magnésie jusqu'à siccité, et je le chauffai pour le changer en carbonate de magnésie : celui-ci étant presque insoluble, je pouvais le séparer de l'alcali par l'eau. La dissolution que j'obtins de cette manière fut évaporée en une masse sèche, qui pesait 0,032 gram. ; ce qui fait 1,02 p. c. Elle n'attirait pas l'humidité de l'air, et elle ne fit voir de précipité ni avec la dissolution de platine, ni avec l'acide tartrique ; elle était donc du carbonate de soude. Ces 1,02 p. c. de carbonate de soude correspondent à 0,60 p. c. de soude pure, quantité qui est évidemment trop petite, si l'on suppose que la substance blanche dans l'aérolithe de Juvénas est de l'albite ; mais qui s'accorde plus avec la supposition que cette substance est du labrador, puisque celui-ci ne contient, d'après les analyses de Klaproth, que de 3,5 jusqu'à 4,0 p. c. de soude.

---

(1) *Ann. de Chim.*, t. xx, p. 334.

Il me paraît ainsi très-vraisemblable, par cet examen, que la substance blanche dans l'aérolithe de Juvénas, si elle n'est pas un nouveau minéral (et je connais en effet déjà plusieurs minéraux qui ont beaucoup d'analogie dans leur forme avec l'albite, le labrador et l'anorthite, mais qui en diffèrent dans leurs angles), peut être du labrador; sa forme et la manière dont elle se comporte au chalumeau sont en faveur de cette opinion. Elle ne se fond presque pas au chalumeau sans addition, ou elle ne se fond que très-peu sur les arêtes; elle se dissout dans le borax très-lentement en un verre clair, et elle ne se dissout dans le phosphate de soude qu'en très-petite quantité. Elle fond avec la soude en un verre blanc et opaque.

Je n'ai pu déterminer la forme des lames jaunes que j'ai reconnues dans l'aérolithe de Juvénas. Elles fondent au chalumeau sur les arêtes en un verre noir, et elles sont attirées alors par l'aimant; elles ne se dissolvent que lentement dans le phosphate de soude, en laissant la silice indissoute. Le verre est teint un peu de la couleur de fer.

Outre ces trois minéraux, il y a encore un minéral métallique qui se trouve disséminé çà et là dans l'aérolithe de Juvénas. Sa couleur tient le milieu entre le gris d'acier et le rouge de cuivre; il se trouve ordinairement en petits grains, quelquefois en petits cristaux. J'ai trouvé deux cristaux; l'un était un fragment, qui n'avait principalement que deux plans très-lisses et brillans, de sorte qu'on pouvait les mesurer bien exactement; l'autre était un cristal entier, assez compliqué, dont les plans n'étaient cependant pas me-

surables avec la même exactitude. Ce dernier avait la forme dessinée dans la fig. 4. Il formait une pyramide hexaëdre *P*, dont l'angle solide terminal était tronqué par le plan *o*, et les arêtes terminales par les plans *v*. Les arêtes latérales étaient tronquées par les plans *r*; les angles solides latéraux par les plans *t*. Outre cela, il présentait encore les plans d'une pyramide plus basse *s*, qui étaient les troncateurs des arêtes entre *P* et *o*. J'ai trouvé dans ce cristal l'inclinaison de 2 plans de la pyramide vers l'arête terminale, d'environ 127° 25′; l'inclinaison de *P* à *o*, d'environ 116° 57′, et l'inclinaison de *P* à *s*, d'environ 160° 54′. Les 2 plans de l'autre cristal étaient inclinés l'un vers l'autre sous un angle de 126° 49′, qui était l'angle moyen de 5 mesures, dont les plus différentes s'écartaient de 12 minutes. C'était donc l'angle de 2 plans de la pyramide vers l'arête terminale, et je l'ai pris pour le fondement du calcul, sa mesure étant plus exacte que celles que j'ai faites dans le cristal entier. On trouve alors la proportion de $\sqrt{0,3303}$: 1 pour les axes *a* et l'axe principal *c* (*voy.* fig. 3), et les angles qui en dérivent sont les suivans :

L'incidence de *P* sur *P* (vers l'arête terminale).	126° 49′;
P sur *o*	116° 27′;
P sur *s*	161° 19′;
P sur *v*	153° 24′½;
v sur *o*	119° 53′;
r sur *r*	120°;
r sur *t*	150°;
r et *t* sur *o*	90°.

Les formules des plans désignées d'après la méthode de M. Weiss sont les suivantes :

$$P = \overset{c}{\boxed{a : a : \infty a}}$$

$$s = \overset{c}{\boxed{2a : 2a : \infty a}}$$

$$v = \overset{c}{\boxed{2a : a : 2a}}$$

$$o = \overset{c}{\boxed{\infty a : \infty a : \infty a}}$$

$$r = \overset{\infty c}{\boxed{a : a : \infty a}}$$

$$t = \overset{\infty c}{\boxed{2a : a : 2a.}}$$

Cette forme ainsi que la couleur me rendirent vraisemblable que ce minéral métallique était du *fer sulfuré magnétique*. Le fer sulfuré magnétique ne se trouve ordinairement qu'en masse; cependant quelquefois aussi, comme à Kongsberg et dans quelques autres endroits, en cristaux qui sont des prismes hexaèdres réguliers, terminés par un plan perpendiculaire à l'axe, et avec des arêtes terminales tronquées. Je n'ai cependant pas pu trouver des cristaux dont les troncatures de ces arêtes terminales fussent assez lisses, pour qu'il m'ait été possible de

mesurer leur inclinaison avec le goniomètre à réflexion. L'incidence de ces troncatures sur le plan perpendiculaire à l'axe est, d'après M. de Bournon (1), qui a décrit le premier ces cristaux, 102° 13′. (*Cat.*, fig. 172.)

M. de Bournon, outre ces cristaux, en cite encore d'autres, où ces troncatures, devenues plus grandes, forment des pyramides hexaèdres, tronquées aux sommets. (*Cat.*, fig. 176.) Il cite alors des prismes hexaèdres, ayant les arêtes latérales tronquées (*Cat.*, fig. 172); des prismes hexaèdres ayant les angles tronqués, et des prismes hexaèdres, dont les angles et les arêtes latérales sont tronqués. (*Cat.*, fig. 175.) L'incidence des troncatures des angles sur le plan perpendiculaire à l'axe est, d'après M. de Bournon, 135°. On pourrait prendre les troncatures des arêtes terminales dans la fig. 174, pour une pyramide hexaèdre d'une hauteur double, à base égale, de celle dont je suis parti, et l'incidence de ses plans sur *o* serait alors, d'après mes suppositions, 103° 58; les troncatures des angles dans la fig. 173 formeraient une pyramide hexaèdre du même ordre que *v*; sa hauteur serait, à base égale, la moitié de la hauteur de celle-là, et l'incidence de ses plans sur *o* serait alors 138° 19′. Les mêmes pyramides que j'ai observées ne sont cependant pas citées par M. de Bournon. Mais si la forme laisse peut-être encore douter si le minéral métallique, dans l'aérolithe de Juvénas, est le fer sulfuré magnétique, la manière dont il se comporte au chalumeau le démontre avec la plus grande évidence. Chauffé au chalumeau dans un petit matras, il

---

(1) *Catalogue de la Collection minéralogique particulière du Roi*, par M. le comte de Bournon, p. 317.

ne donne pas un sublimé visible, mais il fond, et devient alors fortement magnétique, ce qui n'était pas auparavant. Chauffé dans un tube ouvert, il est grillé, et l'air qui s'échappe du tube a fortement l'odeur de l'acide sulfureux. Chauffé sur le charbon à la flamme intérieure, il fond aisément en un globule qui reste encore long-temps rouge, après avoir cessé de souffler : il se durcit alors subitement, reçoit une surface matte, et est attiré fortement par l'aimant. Un morceau grillé ne donne avec les fondans que les réactions du fer. Ce minéral se comporte donc parfaitement au chalumeau comme le fer sulfuré magnétique. Cependant il n'est pas magnétique, et quoique je ne croie pas que ce résultat puisse empêcher de le prendre pour du fer sulfuré magnétique, dont la force magnétique est très-variable dans les morceaux qui viennent de localités différentes (1), il pouvait être possible que son magnétisme fût masqué par un mélange de nickel sulfuré ; car le nickel sulfuré de Johann Georgenstadt en Saxe n'est pas magnétique, et M. Laugier a trouvé du nickel, sinon dans l'aérolithe de Juvénas, du moins dans celui de Stannern, qui lui ressemble beaucoup. N'ayant plus de fer sulfuré magnétique de l'aérolithe de Juvénas, j'ai dissous dans de l'acide hydrochlorique des petits grains de fer sulfuré

---

(1) L'*iserine* de l'Iserwiese dans le Riesengebirge est, comme M. Weiss l'a trouvé, fortement magnétique en quelques grains, quoiqu'elle ne le soit que très-peu en d'autres. Mon frère (*) a analysé les deux variétés, mais il a trouvé dans les deux la même composition.

(*) *Ann. de Chim.*, v. 29, p. 136.

magnétique de l'aérolithe de Stannern, qui ressemblaient parfaitement à ceux de l'aérolithe de Juvénas dans leur aspect et dans la manière de se comporter au chalumeau. La dissolution se fit avec facilité et en développant de l'hydrogène sulfuré. Je n'ai pu observer si quelques parties de soufre restaient indissoutes, parce que les petits grains que j'employai n'étaient pas tout-à-fait exempts de quelques parties de la pierre qui ne se dissolvaient pas non plus. J'ajoutai alors à la dissolution de l'acide nitrique, et je la mis en ébullition pour changer le fer en peroxide, que je précipitai alors par l'ammoniaque. La liqueur, filtrée, était parfaitement blanche et limpide, et ne donnant aucun précipité avec l'hydrosulfate d'ammoniaque; elle ne contenait par conséquent ni du nickel ni un autre métal.

Quant aux autres aérolithes, je n'en connais aucun qui ait autant de ressemblance avec l'aérolithe de Juvénas que celui de Stannern. J'ai déjà dit que celui-ci contient aussi du fer sulfuré magnétique; outre cela, il contient des parties blanches et brunes qui sont probablement aussi du labrador et du pyroxène, comme M. Mohs l'a supposé déjà du pyroxène (1). Je n'ai pas reconnu les lames jaunes qui se trouvent dans l'aérolithe de Juvénas, dans celui de Stannern. M. Laugier parle encore de la ressemblance de l'aérolithe de Jonzac avec celui de Stannern, et compare encore avec lui l'aérolithe de Lontala, près de Wiborg en Finlande, que M. Nor-

(1) *Grundriss der Mineralogie von Fr. Mohs*, vol. II, p. 313.

denskiöld a décrit. Je n'ai vu ni l'un ni l'autre (1).

M. Mohs a déjà fait attention à la ressemblance qui existe entre l'aérolithe de Juvénas et la dolérite du Meissner en Hesse, ce qui me paraît en effet bien frappant. Ce dernier minéral forme un mélange de pyroxène et probablement aussi de labrador, tout-à-fait semblable à l'aérolithe de Juvénas, seulement encore plus grenu; car on voit évidemment, par les angles rentrans des hémitropies qui sont formés par les plans parallèles au clivage, que le minéral blanc dans la dolérite du Meissner n'est pas du feldspath. Une partie des aérolithes seraient ainsi, par conséquent, des dolérites.

Je n'ai pu trouver des minéraux cristallisés dans les autres aérolithes qui se trouvent dans la collection minéralogique de l'Université de Berlin, excepté dans le fer météorique de Pallas. Il est bien connu que cet aérolithe est plein de petites concavités, dans lesquelles se trouvent des grains, pour la plupart ronds, d'une substance jaune, qu'on a comparée avec le péridot, et

---

(1) Ce Mémoire étant déjà écrit, j'ai reçu un petit échantillon de l'aérolithe de Lontala que M. Berzelius a eu la bonté de m'envoyer. La masse de cet aérolithe est encore beaucoup plus friable que celle de Stannern; elle est d'un blanc un peu grisâtre, et contient des petits grains d'une substanee verdâtre, qui a beaucoup de ressemblance avec le péridot, ainsi que M. Nordenskiöld l'a déjà dit. Peut-être on trouverait aussi des cristaux, car il y a dans mon échantillon une impression tout-à-fait régulière.

dans laquelle M. Stromeyer (1) et M. Walmstedt (2) ont trouvé aussi la même composition chimique. M. Biot (3), qui avait examiné cette substance sous le rapport de l'optique, a démontré qu'elle n'est pas une masse fondue comme le verre, mais qu'elle a une structure cristalline, et qu'elle a, comme le péridot, deux axes de double réfraction. On a observé aussi dans ces grains quelques plans de cristallisation ; il ne m'est cependant pas connu qu'on ait trouvé parmi eux des cristaux parfaits. J'ai été donc bien surpris lorsque, examinant des grains de péridot détachés du fer météorique de Pallas faisant partie de la collection minéralogique de l'Université de Berlin, j'ai trouvé un cristal presque complet, qui avait non-seulement une grande quantité de plans, mais qui avait aussi des plans si lisses et si brillans, qu'ils se prêtaient à des mesures très-exactes. Je ne crois donc pas faire quelque chose de superflu si je décris ce cristal, puisqu'il offre encore une preuve de l'identité de la substance jaune du fer de Pallas avec le péridot, et qu'il ne me paraît pas sans intérêt pour la cristallisation du péridot en général. Le cristal a la forme dessinée en fig. 6 et 7 ; fig. 6 est une projection oblique, fig. 7 une projection horizontale. C'est un prisme droit à bases rhombes *n*, dont les arêtes latérales aiguës sont bisellées par les plans *s* et *r*, et tronquées par le plan *T*. *P* est un plan perpendiculaire à l'axe, les plans *k* et *i*

---

(1) *Göttingische gel. Anz.*, 1824. St. 208 et 209 F. 2089.

(2) *Kongl. vetenskap Acad. handl. år* 1824.

(3) *Bulletin de la Société philomatique*, ann. 1820, p. 89.

sont droitement mis sur T; d est droitement mis sur l'arête obtuse du prisme n. Les plans e, f, l font des arêtes parallèles entre elles et à la diagonale oblique de d, et ils sont droitement mis, e sur n, f sur s, et l sur r. Quand on compare l'inclinaison des faces latérales n, s, r, vers un plan passant par les arêtes obtuses de n, on trouve que les sinus sont aux cosinus comme $1 : \frac{1}{2} : \frac{1}{3}$. Les sinus des plans k et i sont, vers le même plan, aux cosinus, dans le rapport de $1 : \frac{1}{2}$; e, f, l sont les plans de trois octaèdres à bases rhombes, dont les arêtes qui sont parallèles au plan passant par les arêtes obtuses de n, sont tronquées toutes par le plan d. Les sinus sont aux cosinus vers ce plan comme les nombres $1 : \frac{1}{2} : \frac{1}{3}$; n étant une troncature des arêtes latérales de e, s des arêtes latérales de f et l des arêtes latérales de r, k serait la troncature des autres arêtes terminales de l'octaèdre formé par f; mais ayant gardé les mêmes proportions dans la grandeur des faces que j'ai trouvées dans le cristal lui-même, on ne peut pas voir cela dans la figure.

Les formules pour les plans sont donc, quand on prend pour forme fondamentale un octaèdre à bases rhombes, formé par les plans e, et quand on désigne les trois axes avec des lettres, comme on le voit dans fig. 5 :

$$n = \boxed{a : b : \infty c}$$

$$s = \boxed{a : \tfrac{1}{2} b : \infty c}$$

$$r = \boxed{a : \tfrac{1}{3} b : \infty c}$$

$$T = \boxed{\infty a : b : \infty c}$$

$$P = \boxed{\infty a : \infty b : c}$$

$$k = \boxed{\infty a : \tfrac{1}{2} b : c}$$

$$i = \boxed{\infty a : \tfrac{1}{4} b : c}$$

$$d = \boxed{a : \infty b : c}$$

$$e = \boxed{a : b : c}$$

$$f = \boxed{a : \tfrac{1}{2} b : c}$$

$$l = \boxed{a : \tfrac{1}{3} b : c.}$$

Les plans T, k et s étant les plus brillans, j'ai mesuré l'incidence de T sur k et de T sur s, et j'ai calculé, d'après ces angles, les autres. J'ai fait avec le premier angle 8 mesures qui ont différé de $4\frac{1}{2}$ minutes, et dont le terme moyen était $139^\circ 33'$; j'ai fait avec le second 5 mesures qui n'étaient différentes que de 1 minute, et dont le terme moyen était $132^\circ 53'$. Les contours des images d'un objet qui n'était pas trop éloigné n'étaient pas tout-à-fait tranchés; je peux

cependant supposer que les mesures ne peuvent pas être éloignées de la vérité de plus de 5 minutes. Les angles ne sont pas non plus bien différens de ceux que MM. Mitscherlich (1), Mohs (2) et Phillips (3) ont mesurés dans le péridot, savoir, pour l'incidence de *T* sur *k*, 139° 21′ $\frac{1}{1}$ Mit., 139° 33′ $\frac{1}{2}$ Mo., 139° 20′ Ph.; et pour l'incidence de *T* sur *s*, 132° 43′ Mit., et 132° 58′ Mo. M. Phillips n'a pas mesuré cet angle.

Les axes du péridot sont, d'après mes mesures, dans la proportion suivante :

$$a : b : c = \sqrt{0,6270} : 2\sqrt{0,7269} : 1 \text{ (4)};$$

et les angles qu'on calcule d'après cela et d'après les formules données pour les plans sont :

L'incidence de	*P* sur	*M*	90° ;
	k	*T*	139° 33′ ;
	i	*T*	156° 55′ ;
	n	*T*	114° 55′ ;
	s	*T*	132° 53′.
L'incidence de	*r* sur	*T*	144° 20′ ;
	d	*T*	90° ;
	e	*T*	110 ;
	f	*T*	126° 4′ ;
	l	*T*	137° 31′ ;
	P	*d*	128° 22′.

(1) *Ann. de Chim.*, t. XXIV, p. 363.

(2) *Grundriss der Mineralogie von F. Mohs*, t. II, p. 397.

(3) *Elementary Introduction to the Knowledge of mineralogy by W. Phillips*. Ed. 3, p. 95.

(4) Cette proportion est, d'après M. Mohs:

$$= \sqrt{0,6306} : 2\sqrt{0,7263} : 1.$$

Le plan P est situé parallèlement à l'arête qu'il forme avec K; les autres plans sont lisses; mais les arêtes qu'ils forment entre eux sont presque toujours arrondies. J'ai trouvé encore beaucoup de grains de péridot avec quelques facettes parmi les autres grains qui s'étaient détachés du fer météorique de Pallas, et qui se trouvent dans la collection minéralogique de l'Université de Berlin; mais je n'ai pas rencontré un cristal aussi complet que celui que j'ai décrit. Les grains étaient tout-à fait ronds et brillans là où ils n'avaient pas été en contact avec le fer, et ils avaient çà et là des plans qui étaient déjà des faces de cristallisation; ces faces ne se coupaient pas, mais on pouvait les déterminer exactement d'après l'angle qu'elles faisaient entre elles.

Les cristaux du péridot sont un peu différens dans leur aspect du cristal du fer de Pallas, que j'ai dessiné. J'en ai aussi dessiné deux en projection oblique et horizontale (fig. 8, 9, 10 et 11), pour pouvoir les comparer, et un (fig. 12) seulement en projection horizontale. Ils sont en général plus longs, et ils ont presque toujours une troncature M de l'arête obtuse de n

$$= \boxed{a : \infty b : \infty c},$$

qui est ordinairement très-grande, comparée aux autres plans, et qui est striée parallèlement à l'arête qu'elle forme avec n. Le plan P, au contraire, est lisse; il est très-souvent mat, mais pas strié. Outre ces plans, il y a encore ceux n, s, r, k, e, f; et de plus, la troncature h de l'arête terminale aiguë de e, dont la formule est par conséquent :

$$= \boxed{\infty\, a : b : c};$$

et la troncature g de l'arête entre d et e (fig. 12), dont la formule est :

$$= \boxed{a : 2b : \infty\, c} \text{ (1).}$$

MM. Haüy et Mohs citent encore, parmi les plans terminaux, le plan :

$$z = \boxed{a : \tfrac{1}{4}b : \infty\, c};$$

je ne l'ai pas vu, et je crois pour cela que MM. Haüy et Mohs l'ont changé avec le plan r, qui n'est pas cité par eux.

L'incidence de	h sur	T	120° 23′;
	g	T	100 19;
	M	T	90.

Les cristaux de péridot (de l'olivine) qu'on trouve dans le basalte et dans les laves ne montrent pas, comme les cristaux du fer de Pallas, les plans M; ils n'ont ordinairement parmi les plans latéraux que n et T, et quelquefois encore s. Parmi les plans terminaux il y a principalement les plans k qui forment un biseau, et en outre, mais toujours petits, les plans d et e. Les fig. 13 et 14 représentent un cristal d'olivine, tel qu'il se trouve dans

(1) J'ai vu ce plan dans un cristal de péridot d'une grande beauté dans la collection de M. Regley, à Paris, qui avait eu la bonté de me le faire mesurer.

le Kaiserstuhl en Brisgaw (1), et dans le basalte de Palma des îles Canaries, accompagné, dans les deux endroits, de pyroxène. La collection minéralogique de Berlin possède de beaux échantillons du dernier endroit, qui sont un présent de M. de Buch. Les cristaux de l'olivine se font voir à la surface du basalte, de sorte qu'on peut reconnaître leur forme parfaitement bien.

Ces cristaux ont la plus grande ressemblance avec les cristaux du silicate de protoxide de fer qu'on trouve parmi les scories de fer et de cuivre, et qui sont décrits par M. Mitscherlich (2). Ils sont en général encore plus simples, et ne montrent principalement que les plans latéraux *n* et *T*, et aux extrémités les plans *k* qui forment un biseau (fig. 15 et 16).

Note *sur les Précipitations métalliques.*

Par M. Taillefer, Capitaine d'Artillerie.

Le cuivre obtenu par la voie humide est le plus souvent en poudre fine, dépourvue d'agrégation. C'est sous cette forme que le fer et le zinc le précipitent de sa

---

(1) M. Walchner a décrit ces cristaux comme une espèce nouvelle, sous le nom de *hyalosiderite.* (Schweiggers, *Journal fur Chem. und Phys.*, vol. IX, p. 65.) Ils ont cependant tout-à-fait les mêmes angles que les autres cristaux du péridot.

(2) *Ann. de Chim.*, t. XXIV, p. 360.

dissolution sulfurique ou hydrochlorique ; quelquefois il se présente sous l'apparence de lames rigides et élastiques, semblables à de minces feuilles, aplaties sous le marteau ou passées au laminoir. Une baguette de fer plongée dans une solution un peu concentrée de nitrate de cuivre, se recouvre, au bout de quelques heures de repos, d'une telle lame dont l'épaisseur approche de celle d'une carte, et qui peut se ployer plusieurs fois en différens sens, avant de se rompre, et conserver la forme qu'on lui donne. Plus rarement, le cuivre se revivifie avec beaucoup de lenteur au milieu d'un liquide, spontanément ou du moins sans le secours d'aucun métal étranger ; alors il est en masses cristallines, d'un volume plus ou moins considérable, et dont la forme varie selon les circonstances qui ont accompagné la désoxidation.

Bucholz est, je crois, le premier qui ait reconnu que le cuivre peut cristalliser en se revivifiant dans ses dissolutions salines. Ce savant rapporte, dans son *Mémoire sur l'action des chaînes galvanico-électriques* (*Annales de Chimie*, t. LXVI, p. 274), qu'il a obtenu, en plongeant une lame de cuivre dans une solution nitrique de ce métal sur laquelle surnageait une couche d'eau distillée, *une autre lame de cuivre très-mince, sur laquelle on trouvait beaucoup de petits boutons de la grandeur et de la forme de petites têtes d'épingles, qui avaient l'aspect métallique, lisse et fondu, et qui, considérés à la loupe, présentaient de côté une ou deux petites ouvertures, etc.*

Plus récemment, M. Clément a fait insérer, dans les *Annales de Chimie et de Physique* (Cahier de dé-

cembre 1824, pag. 440), une Note fort intéressante *sur des lingots de cuivre obtenus par la voie humide.* Ces lingots, ou plutôt ces masses solides et d'apparence cristalline, s'étaient formées spontanément contre les parois intérieures et toujours sur les joints d'une cuve remplie d'une dissolution de sulfate de cuivre exempte de fer. Le savant professeur du Conservatoire des Arts et Métiers suppose, pour expliquer cette étonnante production, qu'il existe dans le liquide où elle s'est formée, du sulfate de protoxide de cuivre, et que ce sel, en passant à l'état de deuto-sulfate, a abandonné une portion de métal qui s'est déposée contre les parois de la cuve. Sans contester la justesse de cette explication, je ferai observer qu'elle n'est pas la seule que l'on puisse donner du phénomène, et même qu'on la trouverait en défaut si l'on voulait l'étendre au cas suivant que le hasard m'a fourni en 1819.

Un chaudronnier de Dijon, qui traitait des cendres et des creusets d'orfèvre, m'ayant donné des eaux du Départ dans lesquelles il soupçonnait qu'il restait encore de l'argent et même un peu d'or; après les avoir examinées, et n'y avoir trouvé rien autre chose que du cuivre en dissolution dans l'acide nitrique, je les laissai pendant plusieurs jours dans une grande jatte de terre vernissée, et je remarquai, en les décantant, qu'il s'était formé au fond du vase un réseau de cuivre qui y était un peu adhérent, et dont tous les fils suivaient exactement les configurations des gerçures de la couverte. J'ai pu détacher ce réseau dont je conserve encore la plus grande partie. Voici comment je pense qu'on en peut expliquer la formation.

Le vase de terre vernissé dans lequel se pratiquait l'opération du Départ, avait préalablement servi aux usages de la cuisine ; il avait été sur le feu ; la couverte en était très - fendillée, principalement au fond, et avait retenu, par l'effet de la capillarité, des matières végétales ou animales qui auront exercé leur action désoxigénante sur l'oxide de cuivre dissous dans la liqueur, et séparé une partie du métal.

L'observation que j'ai rapportée ici, a, il faut l'avouer, une analogie frappante avec celle décrite antérieurement par M. Clément ; en effet, réduction du cuivre opérée spontanément et sans la présence d'un autre métal plus avide d'oxigène, agrégation du précipité, dépôts sur les joints ou fissures du vase contenant la dissolution saline ; tout est semblable de part et d'autre. Il n'y a que les dissolvans qui diffèrent, et cette seule circonstance suffit pour m'autoriser à présenter une explication du phénomène autre que celle donnée par M. Clément, puisqu'il n'existe pas de nitrate de protoxide de cuivre. Je ne pense pas que le savant professeur du Conservatoire des Arts et Métiers suppose qu'un motif étranger à l'intérêt de la science m'ait guidé dans la rédaction de cette Note, ni que je puisse mieux la terminer qu'en l'assurant que j'ai partagé avec tous ceux qui cultivent la chimie, l'estime qu'il s'est acquise par les découvertes dont il l'a enrichie, et par le zèle qu'il met à la rendre utile à la société.

Voici encore un exemple de précipitation du cuivre sans le secours d'un autre métal. La crême de tartre

peut dissoudre une grande quantité d'oxide noir de cuivre; la dissolution étant étendue de beaucoup d'eau, si on la fait digérer à une douce chaleur, on remarque, au bout de quelques heures, qu'il se dépose au fond du vase une poudre rouge très-ténue, qui se dissout dans l'acide nitrique avec dégagement de gaz nitreux, et présente d'ailleurs toutes les propriétés du cuivre à l'état métallique. Le dépôt de poudre rouge va toujours croissant jusqu'à un certain point, passé lequel la liqueur, devenue plus concentrée, acquiert la consistance sirupeuse, cesse de se décomposer, et finit par se prendre en une masse solide.

Note *sur la Cristallisation des Minéraux.*

Par M. Vincent,

Professeur de mathématiques au Collége royal de Reims, ancien élève de l'Ecole normale.

Il y a quelques années, l'Académie de Berlin proposa pour sujet de concours la recherche d'une relation entre la forme cristalline et la composition chimique des minéraux. Le prix fut décerné à un Mémoire dans lequel l'auteur, Mr A.-F. Kupffer, déduit de l'examen et de la comparaison d'un assez grand nombre de minéraux pris dans les divers systèmes de cristallisation, l'existence de la formule suivante :

$$\frac{ps}{y} = \frac{p's'}{y'} \quad (1);$$

formule dans laquelle y, y', représentent les volumes

des formes primitives de deux substances prises dans le même système, les axes étant supposés égaux, s, s' étant les poids spécifiques des deux substances, et p, p' les poids respectifs de leurs atomes.

Bien que le travail de M. Kupffer ait été couronné par l'Académie de Berlin, et qu'un extrait de son Mémoire ait été accueilli dans les *Annales de Chimie et de Physique* (avril 1824), quelques personnes pourront penser que la loi énoncée n'a pas été vérifiée sur un assez grand nombre de minéraux pour mériter une pleine confiance; d'autres objections pourront se présenter encore; peut-être même ces objections ne sont-elles pas sans quelque fondement; c'est une question sur laquelle je ne veux rien préjuger; mais on déduit de la loi de M. Kupffer des conséquences qui me paraissent assez remarquables pour que j'aie cru devoir ne pas tarder à les faire connaître, dans le but seulement d'engager les personnes placées dans une position plus favorable que moi, à soumettre cette loi à de nouvelles épreuves, soit pour la confirmer si elle est vraie, soit pour la détruire si elle est fausse.

Cela posé, je remarque d'abord que les dimensions absolues d'une forme primitive sont tout-à-fait arbitraires, et que leur rapport seul est déterminé pour chaque substance : d'où il résulte qu'au lieu de supposer des axes égaux aux deux substances que l'on compare, on peut leur supposer des axes respectivement équivalens à a et a' : si v et v' sont les volumes des formes primitives correspondantes, on aura :

$$y = \frac{v}{a^3}, \; y' = \frac{v'}{a'^3};$$

et la formule de M. Kupffer se changera en celle-ci,

$$\frac{p\,s\,a^3}{v} = \frac{p'\,s'\,a'^3}{v'} \quad (2).$$

Prenons actuellement, puisque cela est arbitraire, des formes primitives qui contiennent le même nombre n d'atomes : soient P et P' les poids absolus de ces formes primitives, on aura $P = np$, $P' = np'$; mais on a aussi $P = sv$, $P' = s'v'$, donc, $np = sv$, $np' = s'v'$, ce qui change la formule (2) en celle-ci (3) $s^2 a^3 = s'^2 a'^3$ (3), c'est-à-dire, que si, dans deux substances appartenant au même système de cristallisation, on prend des formes primitives contenant le même nombre d'atomes, *les cubes des axes sont en raison inverse des quarrés des poids spécifiques.* Cette loi est toujours celle de M. Kupffer, la forme seule a changé.

Maintenant, plaçons-nous dans des circonstances plus restreintes ; supposons que les formes primitives soient semblables dans le sens géométrique; soient, par exemple, deux cubes : nous aurons $v : v' :: a^3 : a'^3$, et l'équation (2) se réduira à $ps = p's'$ (4), c'est-à-dire, que *dans les substances cristallisées de même forme primitive, les poids spécifiques sont en raison inverse des poids des atomes*, résultat qu'on peut aussi déduire immédiatement de (1) en faisant $y = y'$.

Si l'on élimine les s entre (3) et (4), on trouve $p^2 : p'^2 :: a^3 : a'^3$ (5) : *les quarrés des poids des atomes sont proportionnels aux cubes des axes des formes primitives.*

Enfin, les axes des deux formes primitives étant, dans notre hypothèse, proportionnels aux distances respectives des atomes dans les deux substances, on voit en-

core que *les cubes des distances respectives des atomes, dans deux substances de même forme primitive, sont proportionnels aux quarrés des poids de ces atomes, ou en raison inverse des quarrés des poids spécifiques;* ce qui fournit un moyen fort simple de calculer les rapports des distances moléculaires de deux substances lorsqu'on sait qu'elles ont même forme primitive. Ainsi, par exemple, le cuivre et l'argent, cristallisant tous deux en cube, leurs distances moléculaires seraient entre elles :: 136 : 121 ou :: 9 : 8 environ.

Je crois ce qui précède bien suffisant pour montrer combien il serait important de savoir à quoi s'en tenir sur la loi de M. Kupffer, et par conséquent de la soumettre à un examen plus approfondi.

Je terminerai en disant quelques mots d'une objection qui se présente assez naturellement aux propositions précédentes, et qui paraît d'abord devoir les empêcher d'être admises. « Il est absurde, dira-t-on, de » supposer les pesanteurs spécifiques plus grandes » lorsque les poids des atomes sont plus petits. » On va sentir que la force de cette objection n'est qu'apparente. En effet, les atomes sont maintenus à des distances fixes, pour la même température, par l'équilibre d'une force attractive et d'une force répulsive, lesquelles sont probablement des fonctions du poids des atomes. Si ces deux fonctions croissaient avec la même rapidité, les distances moléculaires seraient les mêmes dans toutes les substances, et les poids spécifiques proportionnels aux poids des atomes. Mais si l'on admet que la force répulsive croisse avec le poids des atomes plus rapidement que la force attractive, hypo-

thèse qui n'a rien d'invraisemblable, alors on concevra de suite que les distances moléculaires doivent augmenter avec les poids des atomes, et le paradoxe se trouvera expliqué.

De plus, l'objection dont il s'agit s'appliquerait tout aussi bien à des faits que l'on ne peut d'ailleurs révoquer en doute. Par exemple, le poids de l'atome d'éther n'est-il pas plus pesant que le poids de l'atome d'eau, et ce dernier liquide spécifiquement plus pesant que le premier ? Le mercure en vapeur n'est-il pas plus léger que l'eau en vapeur, etc., etc. ?

Enfin, ne perdons pas de vue que la formule (4) est relative aux seuls corps cristallisés de même forme primitive : ce serait donc abusivement qu'on voudrait l'appliquer à des substances quelconques.

Extrait *d'une Lettre de M.* Baup *aux Rédacteurs sur plusieurs nouvelles Substances.*

« Dans la résine du *pinus abies* L., j'ai trouvé une nouvelle substance, cristallisant en lames carrées, soluble dans 7 $\frac{1}{2}$ parties d'alcool à 88 centièmes et à 14° c., insoluble dans l'eau, etc. Dans la colaphane de France, provenant, selon toute apparence, du *pinus maritima* ou *pinaster*, j'en ai trouvé une autre cristallisable en lames triangulaires, soluble dans près de 4 parties d'alcool, également insoluble dans l'eau, etc. Ces deux nouvelles substances réagissent à la manière des acides ; elles peuvent se combiner aussi-bien avec les alcalis proprement dits, qu'avec les acides, et former de véritables sels, dont quelques-uns sont solubles dans l'eau, l'alcool, d'autres seulement dans l'éther ; j'ai nommé le premier *acide abiétique* et le second *acide pinique* ; l'un et l'autre ont été présentés, accompagnés d'une petite note, à

notre Société des Sciences naturelles à Lausanne, dans la séance du 7 décembre dernier.

» J'avais trouvé précédemment et présenté à la même Société, déjà en juillet, une nouvelle substance de la résine de l'*arbol a brea* (arbre encore indéterminé de l'île de Manille); celle-ci cristallise en prismes romboïdaux très-brillans, terminés de chaque côté par un biseau, complètement insoluble dans l'eau, soluble dans près de 70 parties d'alcool, que je nommerai provisoirement *bréine*. Enfin, une autre dans la résine de l'*Amyris elemifera*, L. Cette dernière a beaucoup de rapport avec la précédente; mais elle en diffère par sa plus grande solubilité dans l'alcool (elle s'y dissout dans environ 20 parties), par sa forme cristalline, etc.; c'est l'*élémine*.

» En faisant des recherches sur la pomme de terre, j'y ai rencontré la solanine; cette substance que M. Desfosses a découverte il y a quelques années, dans deux plantes congénères, la douce-amère et la morelle, devra donc être ajoutée aux autres produits des analyses qui ont été faites de cette solanée. Les tubercules en renferment bien moins que les germes; aussi ces derniers ont-ils un goût très-âcre. Je ne doute pas qu'on n'en tire tôt ou tard quelque parti en médecine; ce serait encore un nouveau service que rendrait cette plante déjà si précieuse.

» Ci-joint un petit échantillon de solanine. »

Lettre *de MM.* Bourdois *et* Caventou, *Membres titulaires de l'Académie royale des Sciences, etc., à M.* Gay-Lussac, *sur la Coloration de quelques substances par les acides.*

Paris, le 12 janvier 1826.

« Monsieur,

» D'après la lettre que vous a adressé M. Colin, et qui se trouve insérée dans votre dernier N° des *Annales* (novembre 1825), contenant plusieurs observations qui ont

quelques rapports avec celles que nous avons faites, et dont nous continuons de nous occuper depuis longtemps; nous vous prions instamment d'insérer dans le même Recueil la Note suivante :

» La propriété de développer une couleur quelconque dans les matières animales, n'est pas particulière à l'albumine. Nous avons essayé par comparaison l'action des acides concentrés, et particulièrement l'acide hydrochlorique, sur la gélatine, l'ycthiocolle, la matière caséeuse, l'albumine glaireuse et coagulée, la fibrine, les matières tendineuses, le mucus, etc., etc.; nous avons fait ces expériences dans les mêmes circonstances autant que possible, et nous avons toujours obtenu les mêmes résultats, c'est-à-dire, que tous ces corps, à l'exception de la gélatine, de l'ycthiocolle et des tendons, se dissolvent parfaitement dans l'acide hydrochlorique *à froid*, et que la dissolution, abandonnée à elle-même, prenait une belle couleur *bleue*, l'albumine surtout, dès le jour même, ou le lendemain au plus tard; que la gélatine et l'ycthiocolle se dissolvaient dans le même acide sans produire de changement de couleur sensible, même au bout de plusieurs jours; qu'enfin la dissolution des tendons prenait, au bout de quelques heures, une teinte rouge-brunâtre.

» L'acide sulfurique concentré nous a toujours donné une dissolution rouge foncée brunâtre; mais par l'addition de l'eau, la matière animale paraissant reprendre ses propriétés primitives, nous avons attribué cette coloration à une partie de carbone très-divisé, mis à nu par l'altération d'une petite quantité de substance. L'acide acétique n'a présenté aucun phénomène de coloration; il en a été de même de l'acide phosphorique, et jusqu'à un certain point du chlore et de l'iode. Quant à l'acide nitrique, nous avons toujours remarqué le développement de la couleur jaune; il en a été de même de l'eau régale, mais à un degré moins marqué, sans doute à cause de l'influence de l'acide hydrochlorique.

» Toutes ces expériences ont été faites avec un grand nombre de sécrétions morbides, obtenus de phthisiques, catarrheux de vessie, hydropiques, de plaies et d'abcès en

suppuration, etc., etc.; mais les résultats n'ayant pas toujours été les mêmes, nous avons besoin de nouvelles expériences pour établir notre opinion à cet égard.

» Nous ne croyons pas devoir nous étendre davantage sur ce sujet, qui n'est d'ailleurs lui-même qu'accessoire d'un travail médico-chimique très-étendu que nous avons entrepris, *sur les moyens de constater par des caractères chimiques, les altérations de certains organes intérieurs, par la nature et les propriétés de leurs sécrétions morbides.* Un tel travail étant très-long et hérissé d'un grand nombre de difficultés; ne pouvant d'ailleurs préciser l'époque à laquelle nous le publierons, nous avons pensé, dans l'intérêt de la vérité et de la justice, devoir prendre date de ces premiers résultats, observés déjà depuis plus d'un an.

» Nous avons l'honneur, etc. »

P. S. « Malgré la certitude que nous avions de nos premiers résultats, nous avons été curieux, avant de vous envoyer cette lettre, de répéter l'expérience relative à l'action de l'acide hydrochlorique pur sur l'albumine glaireuse : nous avons en conséquence préparé la dissolution acide, et l'avons abandonnée à elle-même; mais n'obtenant aucun développement de couleur bleue, même au bout de quarante-huit heures, nous étions fort embarrassés d'expliquer un résultat aussi contradictoire, lorsque nous nous sommes rappelés qu'à l'époque de nos premières expériences la température était de 18 à 20°+o R.; celle actuelle, n'étant que de 6 à 7°—o, pouvait donc causer cette différence. En effet, dès que les vases contenant les dissolutions acides furent portés dans un appartement échauffé à 15 et 16+o R., la couleur bleue se développa dans la journée même, et elle était très-remarquable le lendemain. Cette influence de la température est d'ailleurs conforme à ce que nous avions déjà vu en étudiant l'action de l'acide hydrochlorique sur plusieurs matières animales, à une chaleur élevée progressivement à l'aide d'une lampe à esprit-de-vin. »

OBSERVATIONS METÉOROLOGIQUES. *Janvier* 1820.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	MIDI. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	3 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	9 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	THERMOMÈTRE. maxim.	minim.	ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
1	757,02	+ 0,5		756,60	+ 2,2		756,44	+ 1,2		756,44	— 2,5		+ 2,2	— 3,1	Trouble.	S.
2	755,33	— 3,3		754,56	+ 0,6		754,08	+ 1,5		753,30	— 0,3		+ 1,5	— 4,3	Nuages clairs.	S. E.
3	753,00	— 2,0		752,40	+ 0,6		752,40	+ 0,6		752,08	— 1,7		+ 0,6	— 2,2	Nuageux.	E.
4	752,85	— 2,8		752,00	+ 0,1		752,04	+ 2,0		751,50	— 2,3		+ 2,0	— 3,1	Légers nuages.	E. N. E.
5	752,30	+ 2,0		751,56	+ 3,5		750,47	+ 3,5		749,57	+ 2,5		+ 3,5	+ 2,0	Pluie continuelle.	E.
6	746,85	+ 3,8		746,66	+ 8,1		747,42	+ 6,8		747,85	+ 3,5		+ 8,1	+ 3,5	Couvert.	E.
7	748,28	+ 1,5		747,81	+ 1,9		748,07	+ 0,1		749,44	— 1,2		+ 1,9	— 1,2	Nuageux, brouill.	N. N. E.
8	750,94	— 2,9		750,40	— 2,3		750,38	— 2,1		751,00	— 3,5		— 2,1	— 4,5	Couvert.	N. E.
9	752,68	— 8,4		752,13	— 6,4		752,21	— 5,1		752,03	— 8,7		— 5,1	— 8,7	Beau.	N. E.
10	750,54	—11,0		749,30	— 9,0		749,12	— 7,0		749,01	— 9,0		— 7,0	—11,8	Beau.	N.
11	750,50	— 8,0		750,41	— 3,0		750,80	— 1,2		751,54	— 3,7		— 1,2	— 9,7	Couvert.	E. S. E.
12	752,17	— 2,0		751,95	— 0,5		752,34	+ 0,5		753,36	— 2,5		+ 0,5	— 3,0	Neige.	S.
13	756,65	— 5,5		756,67	— 1,2		757,45	+ 0,1		758,45	— 5,2		+ 0,1	— 5,5	Nuageux.	S. O.
14	760,74	— 8,5		760,27	— 5,3		760,27	— 6,2		760,34	— 7,5		— 5,3	—10,0	Nuages clairs.	S. E.
15	763,18	— 6,5		763,73	— 5,6		764,42	— 5,0		765,67	— 5,1		— 5,0	— 6,5	Couvert	N. E.
16	770,48	— 4,8		771,04	— 2,8		771,80	— 3,4		772,61	— 9,0		— 2,8	— 9,0	Couvert, givre.	N. N. E.
17	774,79	—10,2		774,27	— 6,7		773,84	— 3,5		773,82	— 6,9		— 3,5	—11,6	Couvert, brouillard.	N. O.
18	771,97	— 7,8		770,77	— 4,8		769,35	— 3,5		767,34	— 6,8		— 3,5	— 9,8	Légers nuages, vap.	N.
19	761,59	— 2,7		759,63	+ 2,5		758,55	+ 3,5		758,00	+ 2,6		+ 3,5	— 4,2	Couv., brouil. hum.	O. S. O.
20	760,57	+ 1,8		761,02	+ 2,5		761,28	+ 2,3		762,66	+ 1,1		+ 2,5	+ 1,1	Très-couvert.	N. N. O.
21	763,40	+ 1,2		763,12	+ 2,5		762,98	+ 1,7		762,70	+ 0,7		+ 2,5	+ 0,7	Couv., brouil. épais.	N. N. E.
22	762,75	+ 0,9		762,70	+ 1,6		762,30	+ 1,5		762,10	+ 1,2		+ 1,6	+ 0,4	Couvert.	S. O.
23	762,70	+ 1,0		763,25	+ 2,4		763,36	+ 2,0		764,60	+ 0,6		+ 2,4	+ 0,6	Brouill. épais, hum.	S.
24	766,64	+ 1,5		766,66	+ 2,1		766,50	+ 2,8		766,88	+ 0,2		+ 2,8	+ 0,3	Brouillard très-hum.	N.
25	765,00	+ 1,5		764,14	+ 2,2		763,00	+ 2,7		762,90	— 0,0		+ 2,8	+ 0,0	Couvert.	N. E.
26	763,15	— 1,8		762,90	+ 0,1		762,82	+ 1,2		763,52	— 1,8		+ 1,3	— 2,5	Beau.	N. E.
27	764,73	— 3,9		764,78	— 1,6		764,07	— 0,5		764,65	— 3,7		— 0,5	— 5,5	Beau.	N. E.
28	765,98	— 4,5		765,60	— 0,0		764,28	+ 3,2		763,90	— 1,2		— 3,3	— 5,5	Beau.	E.
29	762,22	— 2,5		761,33	+ 0,9		760,30	+ 3,5		759,50	— 1,0		+ 3,5	— 5,0	Beau.	E. S. E.
30	757,35	— 0,3		756,08	+ 2,8		754,83	+ 4,0		754,47	+ 3,5		+ 4,0	— 2,5	Couvert.	S. E.
31	755,95	+ 4,4		755,55	+ 6,2		754,65	+ 5,2		754,20	+ 2,7		+ 6,5	+ 2,7	Couvert.	S.
1	751,98	— 2,3		751,34	— 0,1		751,26	+ 0,2		751,22	— 2,3		+ 0,5	— 3,3	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	762,26	— [illegible],4		761,98	— 2,[illegible]		762,01	— 1,6		762,38	— 4,3		— 1,5	— 6,8	Moyenn. du 11 au 20.	Cour., 3,646
3	762,71	— 0,2		762,36	+ 1,7		761,73	+ 2,5		761,76	+ 0,1		+ 2,1	— 1,5	Moyenn. du 21 au 31.	Terrasse, 3,525
	759,11	— 2,6		758,63	— 0,2		758,45	+ 0,4		758,55	— 2,1		+ 0,5	— 3,8	Moyennes du mois,	— 1°,7.

Mémoire *sur les Combinaisons du Phosphore, et particulièrement sur celles de ce corps avec l'hydrogène.*

Par Mr J. Dumas.

(Lu à l'Académie des Sciences le 9 janvier 1826.)

Parmi les nombreux corps simples dont la chimie s'est successivement enrichie, le phosphore a toujours fixé d'une manière spéciale l'attention des expérimentateurs. Dès l'époque de la découverte de ce corps singulier, les phénomènes étranges ou brillans qui accompagnaient ses diverses réactions engagèrent les premiers chimistes du temps à l'étudier avec beaucoup de soin. Dans ces dernières années, ces phénomènes, devenus habituels et familiers, ne pouvaient plus offrir qu'un attrait bien faible; mais les anomalies qu'on a remarquées dans les rapports de combinaison des composés dont le phosphore fait partie sont venues, à leur tour, exciter le zèle des observateurs. Il n'est donc pas étonnant que tous les noms célèbres en chimie se trouvent liés intimément à l'histoire du phosphore; mais il l'est peut-être que cette histoire, malgré tant de travaux et de recherches, soit encore hérissée de difficultés et de points en litige. Ce Mémoire est destiné, non-seulement à éclaircir quelques phénomènes qui avaient échappé à l'examen de mes prédécesseurs, mais encore à rectifier des erreurs graves qui s'étaient glissées dans quelques parties de leurs travaux.

Tous les chimistes connaissent cette discussion lon-

gue et curieuse qui s'est élevée entre MM. Berzelius et Dulong, d'un côté, et MM. Davy et Thomson, de l'autre, sur les combinaisons du phosphore et de l'oxigène. D'après les deux premiers, les quantités d'oxigène dans l'acide phosphoreux et l'acide phosphorique sont dans le rapport de 3 à 5, tandis que MM. Davy et Thomson regardent la proportion d'oxigène comme plus forte dans l'acide phosphorique, et assignent à ce nombre un rapport plus simple, celui de 3 à 6, ou de 1 à 2.

Ces résultats reposent en général sur l'analyse des chlorures de phosphure et sur la synthèse de l'acide phosphorique, faite en combinant directement le phosphore et l'oxigène, ou en acidifiant le phosphore par l'acide nitrique, ou bien encore en réduisant les sels d'or et d'argent par le phosphore.

Les mêmes moyens employés par ces divers chimistes ont fourni des résultats différens; chacun d'eux est parvenu, dans la même expérience, à des valeurs absolues qui présentent d'assez grandes variations, et chacun en définitive, après avoir plusieurs fois examiné la question, s'est arrêté au rapport qu'il avait précédemment admis. On ne s'attend pas, sans doute, que je vienne ajouter un nom de plus à ces débats. Lorsque des observateurs aussi habiles et aussi exercés que MM. Berzelius, Dulong, Davy et Faraday ne sont pas d'accord sur le résultat d'une analyse très-simple en apparence, c'est à la méthode elle-même qu'il faut s'en prendre. Je n'ai donc point répété leurs expériences, mais j'ai cherché s'il n'y aurait pas d'autres moyens et des moyens plus rigoureux de parvenir au but.

Cette pensée, qui se lie d'ailleurs à des travaux éten-

dus sur la théorie atomistique, m'a conduit à examiner avec soin les combinaisons gazeuses de l'hydrogène et du phosphore. On en connaît deux depuis long-temps, et chacune d'elles possède des propriétés remarquables, qui en ont rendu l'étude difficile et dangereuse. J'espère non-seulement que mes recherches me permettront de fournir à la science les caractères précis de ces deux corps, mais je me flatte encore que ces caractères, mieux connus, donneront aux chimistes les moyens de répéter sans danger des expériences de ce genre, et de vérifier l'exactitude des résultats que ce Mémoire renferme.

L'hydrogène proto-phosphoré a été l'objet des recherches de divers chimistes, parmi lesquels M. Thomson et M. Vauquelin semblent cependant les seuls qui se soient occupés de sa composition. M. Thomson dit, d'un côté, que ce gaz renferme 2 volumes d'hydrogène condensés en un seul ; et de l'autre, qu'on peut l'obtenir par la décomposition spontanée du gaz hydrogène perphosphoré, décomposition qui s'opère sans que celui-ci change de volume. Or, comme M. Thomson n'admet qu'un seul volume d'hydrogène dans le gaz perphosphoré, ces deux résultats présentent une contradiction manifeste qui attira l'attention de M. Vauquelin. Ce savant chimiste tira de ses expériences les conclusions suivantes :

1°. Le gaz proto-phosphoré et le gaz perphosphoré contiennent l'un et l'autre le même volume d'hydrogène;

2°. Ces deux gaz, traités par le soufre, donnent un volume d'hydrogène sulfuré égal à celui du gaz employé.

Le procédé analytique indiqué par M. Thomson et suivi par M. Vauquelin, présente une telle facilité que

je n'ai point hésité à lui donner la préférence. Voi
quels furent mes résultats :

Avec le gaz provenant de la décomposition de l'acid
phosphoreux,

100° gaz hydrog. proto-phosphoré ont fourni 134° hydr.sul
100°..... 132°
100°..... 133°

Avec le gaz qui résulte de la décomposition de l'acid
phosphatique,

100° gaz hydrog. proto-phosphoré donnent 135° hydr. sulf.
100°..... 134°,5

Ces résultats établissent un rapport de 3 : 4 entre l
gaz hydrogène proto-phosphoré employé et le gaz acid
hydrosulfurique obtenu. M. Dalton était parvenu à l
même conséquence par d'autres moyens. Mais en mêm
temps que je m'occupais de ces expériences, je remar
quais plusieurs cas où le changement de volume étai
sensiblement plus grand ou plus petit, et en réfléchis
sant sur les circonstances de l'opération, je craignis qu
la présence d'une quantité appréciable d'hydrogène dan
le soufre ne pût y introduire quelque erreur ; mais j
m'aperçus bientôt que la véritable cause d'illusion pro
venait de l'action du soufre sur le gaz hydrogène sul
furé produit. Comme le procédé analytique consiste
volatiliser du soufre dans une cloche courbe renferman
le gaz, il en résulte que j'employais le plus souvent u
fragment de soufre de même volume à-peu-près pou
la même quantité de gaz. Je répétai l'expérience dan
les mêmes circonstances ; mais au lieu de me servir d
gaz hydrogène proto-phosphoré, je fis usage d'un vo

lume déterminé d'hydrogène sulfuré : 100 parties de gaz se réduisirent à 90°, après avoir été ainsi exposées à l'action du soufre en vapeur. Répétée plusieurs fois, cette expérience fournit toujours le même résultat ; mais on conçoit que les rapports numériques qu'elle a donnés ne sont vrais que pour la circonstance particulière dans laquelle j'ai opéré.

En élevant, d'après cette observation, le volume du gaz hydrogène sulfuré d'un neuvième de sa quantité totale, on aurait $135 + \frac{135}{9} = 150°$; d'où il suit que 100 parties de gaz hydrogène proto-phosphoré fourniraient 150° de gaz acide hydrosulfurique ; ce qui transformerait le rapport de 3 : 4 en celui plus simple de 2 : 3.

Mon intention ne peut être de m'appuyer d'une série d'expériences évidemment susceptibles de variations irrégulières pour fonder un résultat qui doit être considéré comme d'une haute importance dans l'histoire du phosphore. J'ai voulu montrer ici plutôt combien il est aisé de se tromper en analysant ce gaz par le soufre, et combien il a été facile à MM. Thomson et Vauquelin de commettre une erreur du même genre en faisant usage d'une quantité de soufre toujours à-peu-près égale, mais plus forte que celle dont je me servais moi-même. Ils ont pu de la sorte absorber constamment l'excès d'acide hydrosulfurique, et l'absorber d'une manière assez régulière pour rencontrer exactement le même résultat dans un assez grand nombre d'expériences. MM. Gay-Lussac et Thenard avaient observé une absorption de gaz hydrogène sulfuré semblable, en essayant l'analyse du gaz hydrogène arséniqué par le soufre.

Après quelques tentatives infructueuses, je me suis

arrêté à la méthode analytique suivante : j'introduis le gaz dans une cloche courbe, et je porte dans celle-ci un fragment de bi-chlorure de mercure. J'échauffe ce corps avec la lampe à alcool jusqu'au point de le réduire en vapeur, et lorsqu'il arrive à ce degré, une vive action se manifeste, les parois de la cloche se couvrent d'une poussière rougeâtre ou jaunâtre, le gaz augmente beaucoup de volume. Lorsque tout le bi-chlorure a été volatilisé ou décomposé, je laisse refroidir l'appareil, et ce ne serait que dans le cas où l'on aurait employé une quantité considérable de gaz, qu'il serait nécessaire d'introduire un autre fragment de sublimé corrosif. Voici les résultats :

Hydrogène proto-phosphoré provenant de la décomposition de l'acide phosphoreux.

Gaz employé.	Acide hydrochl. obtenu.	Hydrog. proto-phosph. non décomposé.	Hydrog. proto-phosph. décomposé.
32°.	93°.	1°.	31°.

Hydrogène proto-phosphoré préparé par l'acide phosphatique.

Gaz employé.	Acide hydrochl. obtenu.	Hydrog. proto-phosph. non décomposé.	Hydrog. proto-phosph. décomposé.
55°.	157°.	3°.	52°.

Hydrogène proto-phosphoré, préparé par l'acide hypo-phosphoreux.

Gaz employé.	Acide hydrochl. obtenu.	Hydrog. proto-phosph. non-décomposé.	Hydrog proto-phosph. décomposé.
41°.	114°.	2,5.	38,5.

Hydrogène proto-phosphoré, préparé par le phosphure de chaux et l'acide hydrochlorique concentré.

Gaz employé.	Acide hydrochl. obtenu.	Hydrog. proto-phosph. non-décomposé.	Hydrog. proto-phosph. décomposé.
54°.	144°.	6°.	48°.

Toutes ces expériences conduisent à cette conséquence, que le gaz hydrogène proto-phosphoré fournit toujours trois fois son volume d'acide hydrochlorique, et qu'il renferme une fois et demie son volume de gaz hydrogène. Le gaz dont on a fait usage était toujours parfaitement pur, et se laissait complètement absorber par la solution de sulfate de cuivre, comme nous le verrons plus loin.

L'action du gaz oxigène sur l'hydrogène proto-phosphoré présentait un moyen simple et commode à la fois pour déterminer les quantités relatives de gaz hydrogène et de phosphore qui s'y trouvent. Quand on emploie en excès de gaz oxigène, c'est-à-dire, 3 ou 4 volumes pour 1 d'hydrogène proto-phosphoré, il y en a toujours une quantité constante d'absorbée, et il paraît bien que les produits sont toujours de l'eau et de l'acide phosphorique. Qu'on introduise, en effet, les deux gaz dans un eudiomètre à mercure bien propre et bien sec, et qu'on fasse douze ou quinze détonations successives dans le même instrument, il se déposera sur ses parois une poussière blanche, cristalline, très-soluble dans l'eau, très-acide; et le liquide filtré, soumis à l'évaporation, ne fournira, dans aucune époque, ni phosphore ni hydrogène phosphoré. Il ne s'est donc formé que de l'acide phosphorique, du moins si l'on s'en rapporte à ce résultat. Il n'est peut-être pas inutile de rappeler que la détonation de ce mélange s'opère avec la plus grande facilité par une légère différence de pression, et qu'il suffit, par exemple, d'élever de quelques pouces l'eudiomètre au-dessus du niveau du mercure, pour qu'elle s'effectue à l'instant. Cette observation curieuse est due à M. Houton-Labillardière, et l'exac-

titude ainsi que l'habileté de ce chimiste sont trop bien connues pour que je pense qu'elle eût besoin de vérification. C'est un souvenir que je rappelle aux personnes qui ont occasion de manier ce gaz, afin qu'elles se tiennent en garde contre les détonations inattendues qui, plus d'une fois, m'ont engagé à renoncer à ces recherches.

Voici les résultats de deux expériences:

Oxigène.....	57°	54°;
Hydrogène proto-phosphoré préparé par l'acide phosphatique.....	10°	10°,5;
Résidu d'oxigène.....	37°	32°;
Oxigène absorbé.....	20°	22°.

Nous voyons par là qu'un volume de gaz hydrogène proto-phosphoré absorbe deux volumes d'oxigène, et comme il résulte des faits déjà observés que son hydrogène en exige $\frac{3}{4}$ de volume, on voit qu'il en reste $\frac{5}{4}$ pour le phosphore. Ce qui nous amène à conclure que le gaz hydrogène proto-phosphoré est composé de 6 atomes d'hydrogène et 1 atome de phosphore, qui exigent, l'un 3 atomes d'oxigène pour faire de l'eau, et l'autre 5 pour produire de l'acide phosphorique.

Il était nécessaire, toutefois, de vérifier la constance de ces rapports dans les gaz préparés par des procédés différens, pour constater leur identité avec celui que fournit l'acide phosphatique.

Hydrogène proto-phosphoré, préparé par l'acide phosphoreux.

Oxigène.....	48;
Hydrogène proto phosphoré...	10;
Résidu d'oxigène.....	27,5;
Oxigène absorbé.....	20,5.

Hydrogène proto-phosphoré, préparé par l'acide hypo-phosphoreux.

Oxigène.....	54 ;
Hydrogène proto-phosphoré...	15 ;
Résidu d'oxigène.....	24,4 ;
Oxigène absorbé.....	29,6.

Hydrogène proto-phosphoré, préparé par le phosphure de chaux et l'acide hydrochlorique concentré.

Oxigène.....	52	41 ;
Hydrogène proto-phosphoré.	12,5	9,5 ;
Oxigène en excès.....	26,5	23 ;
Oxigène absorbé.....	25,5	18.

Préparé par ces diverses méthodes, le gaz hydrogène proto-phosphoré présente donc toujours les mêmes propriétés. On peut se convaincre, en outre, qu'il est, dans tous ces cas, d'une pureté parfaite. Il suffit pour cela d'en introduire une certaine quantité daus un tube, et d'y faire passer ensuite une solution de sulfate de cuivre saturée à froid. En agitant le mélange pendant quelques instans, tout le gaz est absorbé, le liquide prend une teinte d'un brun noir, due à la formation d'un dépôt abondant de phosphure de cuivre, et s'il reste quelques traces d'un gaz non absorbable, on peut se convaincre qu'il provient de l'air des vaisseaux, ou bien que c'est de l'hydrogène parfaitement pur.

Hydrogène proto-phosphoré.		Résidu.
Par l'acide phosphatique.....	100°	2 d'azote.
Par l'acide phosphoreux.....	100°	0
Par l'acide hypo-phosphoreux.	100°	0
Par le phosphure de chaux...	100°	0
Id.....	100°	5 d'hydrog.
Id.....	100°	3 *id.*

Il est difficile, toutefois, de conduire la distillation des acides phosphatiques et phosphoreux jusqu'à la fin sans qu'une portion du gaz n'éprouve une décomposition qui se manifeste par un dépôt de phosphore. Dès-lors on obtient un mélange d'hydrogène proto phosphoré et d'hydrogène en proportions variables. Voici quelques résultats fournis par des gaz recueillis pendant cette période, c'est-à-dire, sur la fin de l'opération :

		Résidu.
Gaz obtenu de l'acide phosphatique.	100°	25 hyd. pur.
Id. de l'acide phosphoreux.....	100°	17 *id.*
Id. de l'acide hypo-phosphoreux...	100°	18 *id.*

Mais en laissant de côté cette altération variable, nous trouvons, dans les expériences qui précèdent, des élémens suffisans pour expliquer avec précision les phénomènes qui se passent pendant la formation du gaz hydrogène proto-phosphoré par ces diverses méthodes.

L'acide phosphoreux donne, par l'action de la chaleur, du gaz hydrogène proto-phosphoré parfaitement pur ; il passe en même temps à l'état d'acide phosphorique. Pour exprimer les rapports numériques qui lient ces divers produits entre eux, la formule la plus simple paraît être :

$$4\,\dddot{P} + 3\,H\dot{H} = 3\,\dddot{P} + H^6 P;$$

formule qui tend à établir que 4 atomes d'acide phosphoreux décomposent 3 atomes d'eau en fournissant 3 atomes d'acide phosphorique et 1 d'hydrogène proto-phosphoré.

L'acide phosphatique paraît agir, dans la même cir-

constance, comme un simple mélange d'e d'air phosphorique et phosphoreux.

Si nous appliquons la formule précédente à la réaction de l'acide hypo-phosphoreux sur l'eau, nous aurons :

$$4\dddot{P}^2 + 3\dot{H}\dot{H} = 3\dddot{P} + H^6P + 4P;$$

c'est-à-dire que 4 atomes d'acide hypo-phosphoreux, en décomposant 3 atomes d'eau, fournissent 3 atomes acide phosphorique, 1 atome hydrogène proto-phosphoré et 4 atomes phosphore. Il est probable que la présence d'un excès de phosphore donnerait lieu à la production de l'hydrogène perphosphoré sans quelque circonstance cachée dans le rapport de ces divers corps entre eux; mais il est plus probable peut-être que l'acide hypo-phosphoreux doit être considéré comme une combinaison d'acide phosphoreux et d'hydrogène perphosphoré. M. Dulong avait déjà émis cette opinion, sur laquelle je me propose de revenir prochainement, ayant observé, dans la réaction de l'eau et des phosphures alcalins, des phénomènes qui ne peuvent s'expliquer que dans cette hypothèse. Quant à la production du gaz hydrogène proto-phosphoré par le phosphure de chaux et l'acide hydrochlorique concentré, ce procédé mérite quelques détails, soit à cause de sa nouveauté, soit à cause de sa facile exécution, soit enfin par les conséquences théoriques auxquelles il peut conduire.

Pour l'exécuter, je remplis une cloche de mercure, j'y fais passer 10 ou 12 centimètres cubes d'acide hydrochlorique pur et très-fumant, et ensuite 1 gramme de phosphure de chaux récent et réduit en poudre. J'ai

soin d'en difficile r celui-ci dans un morceau de papier joseph et phos; roduire rapidement dans la cloche ; car il ne tarde po point à s'enflammer si on le laissait à l'air, à cause an l'eau hygrométrique que celui-ci renferme. A peine t e phosphure est-il arrivé au sommet de la cloche, qu'il se dégage une quantité considérable de gaz. La température s'élève beaucoup, et un dépôt abondant de phosphore tapisse les parois du vase. Quelquefois le gaz est parfaitement pur, mais souvent il renferme des quantités d'hydrogène qui varient entre 1 et 5 pour cent.

Je reviendrai plus tard sur les circonstances de cette expérience, en examinant les propriétés et la composition des phosphures.

Nous avons vu plus haut que le gaz hydrogène proto-phosphoré exigeait deux fois son volume d'oxigène pour se transformer en eau et en acide phosphorique. M. Thomson avait cru qu'il se produisait de l'acide phosphoreux dans cette circonstance. Ce chimiste avait annoncé en outre qu'on pouvait brûler complètement un volume de gaz hydrogène proto-phosphoré en le faisant détoner avec un volume et demi d'oxigène, et il avait supposé que, dans ce cas, il se formait de l'acide hypo-phosphoreux. Ce résultat suffit pour terminer la discussion relative aux acides du phosphore ; car, en lui donnant une interprétation plus convenable, on voit que la même quantité de ce corps exige tantôt 5 volumes, tantôt 3 volumes d'oxigène. On conçoit que j'ai dû mettre un intérêt particulier à vérifier ce fait.

Si l'on introduit dans un eudiomètre à mercure 2 volumes d'hydrogène proto-phosphoré et 1 volume d'oxi-

gène, ou une quantité proportionnelle d'air atmosphérique, la détonation s'opère toujours avec une facilité remarquable par le seul effet d'une différence de niveau entre le bain et la colonne intérieure. Il se produit un dépôt abondant de phosphore, et le résidu renferme des proportions variables de gaz hydrogène libre, mélangé à l'excès de gaz hydrogène proto-phosphoré.

Si, au contraire, on fait un mélange de gaz hydrogène proto-phosphoré et de gaz oxigène dans le rapport de 1 à 1 $\frac{1}{2}$ en volume, il se passe des phénomènes assez particuliers. Le mélange ne détone presque jamais spontanément, pourvu qu'on emploie un eudiomètre qui n'ait pas servi depuis quelques heures, et qu'on ait soin de faire passer l'oxigène d'abord, puis l'hydrogène proto-phosphoré. Voici les résultats de quelques expériences faites en employant le gaz produit par le phosphure de chaux et l'acide hydrochlorique. Il était parfaitement pur.

28 oxigène.....	21 résidu.
18 hydrogène proto-phosphoré.	

On avait employé un eudiomètre étroit; la détonation fut faible, et le résidu était un mélange d'hydrogène et d'oxigène, très-détonant par la bougie allumée.

21 oxigène.....	résidu 5.
14 hydrogène proto-phosphoré.	

Le résidu parut être de l'hydrogène phosphoré, à en juger par la couleur de sa flamme.

29 oxigène.....	résidu 1.
19 hydrogène proto-phosphoré.	

Ce résidu parut être de l'hydrogène pur.

38 oxigène..... } résidu 11.
25,5 hydrogène proto-phosphoré.. }

11 résidu précédent... } résidu 15 d'oxigène pur.
17 oxigène..... }

On voit que le résidu de la première détonation contenait de l'hydrogène et de l'oxigène, et qu'en résumé, 25,5 hydrogène proto-phosphoré en ont absorbé 40 oxig.

On a répété cette expérience, et fait détoner en deux fois,

Oxigène 29 + 14 = 43 } résidu 9 oxigène.
Hydrogène proto-phosphoré 23 }

En résumé, nous voyons, d'après ces trois dernières expériences, que

100 hydrogène proto-phosphoré absorbent 152 oxigène.
Idem..... 156 *id.*
Idem..... 148 *id.*
Moyenne 100..... 152 *id.*

Résultat conforme à celui de M. Thomson. J'observe que dans aucune de ces expériences, je n'ai aperçu de dépôt de *phosphore*. Les détonations étaient faibles, la lumière blanche et pâle; mais lorsque je faisais détoner de nouveau le résidu, elle était plus vive, et la lumière rouge, comme si on eût employé de l'hydrogène pur. Les différences que présentent ces trois expériences sont un peu fortes peut-être, mais elles tiennent à des causes qu'on peut difficilement maîtriser, savoir, les erreurs de mesure qui sont fort sensibles sur d'aussi petites quantités que celles dont on est obligé de faire usage, et l'in-

certitude que présente la seconde détonation qui s'effectue sur un mélange d'hydrogène, d'un peu d'hydrogène phosphoré et d'un excès d'oxigène.

Il est évident par conséquent, ainsi que l'avait annoncé M. Thomson, que l'hydrogène proto-phosphoré absorbe tantôt 2 volumes, tantôt 1 volume $\frac{1}{2}$ d'oxigène. J'ai prouvé que, dans le premier cas, il se faisait de l'acide phosphorique; dans le second, il doit se produire de l'acide phosphoreux; et comme le volume et demi d'hydrogène contenu dans un volume d'hydrogène proto-phosphoré exige toujours $\frac{3}{4}$ de volume d'oxigène, il en reste $\frac{5}{4}$ dans le premier cas, et $\frac{3}{4}$ dans le second pour la combustion du phosphore.

Les quantités d'oxigène dans l'acide phosphoreux et l'acide phosphorique sont donc dans le rapport de 3 : 5.

Pour prendre la densité du gaz hydrogène proto-phosphoré, j'ai dû choisir un procédé qui fournît ce gaz pur, et en quantité assez considérable. Ces deux conditions ne sont pas faciles à réaliser. J'ai été forcé de faire usage du gaz proto-phosphoré provenant de la décomposition spontanée de l'hydrogène perphosphoré. Pour être bien sûr que la transformation fût parfaite, le gaz a été laissé dans un lieu dont la température variait de 15 à 20° c. pendant près d'un mois sur l'eau. Il avait été préparé par la chaux en bouillie et le phosphore, et l'on verra plus loin que par sa décomposition spontanée le gaz perphosphoré se transforme toujours en gaz proto-phosphoré pur sans éprouver aucune altération dans son volume, et par le simple dépôt d'une partie de son phosphore.

Au bout de ce temps, on l'a introduit dans le ballon

qui devait servir à faire la pesée, après avoir eu soin de laver celui-ci avec de l'hydrogène pour entraîner tout l'air qu'il aurait pu garder, même après qu'on avait fait le vide dans son intérieur. On l'a rempli ensuite du mélange gazeux, et on a fait après la pesée l'analyse de celui-ci avec le plus grand soin. On l'a trouvé formé de

14,67 hydrogène proto-phosphoré absorbé par le sulfate de cuivre ;
79,43 hydrogène pur.
5,90 azote.

100.

Voici d'ailleurs les données d'une pesée :

Plein d'air sec à 7°,5 c. et 0,756, un ballon de la capacité de 2$^{lit.}$,520 pesait 286,456. Plein du mélange gazeux saturé d'humidité à 13° c. et 0,756, il pesait 284,207.

D'où l'on tire 0,378 pour le poids du litre de ce mélange ; et si l'on fait la part de chacun des gaz dont il était formé, on trouve :

0$^{gr.}$,07101	poids de	0$^{l.}$,7943	hydrogène ;
0 ,07554	poids de	0 ,0590	azote ;
0 ,23145	poids de	0 ,1467	hydrog. proto-phosphoré.
0$^{gr.}$,37800.		1$^{l.}$,0.	

Le litre d'hydrogène proto-phosphoré pèse donc 1$^{gr.}$,5777, et la densité de ce gaz, comparée à celle de l'air, se trouve égale à 1,214.

Un des premiers procédés qu'on ait employés pour la préparation du gaz hydrogène perphosphoré consiste à soumettre le phosphore à l'action d'une solution de potasse caustique bouillante. Le gaz qui se dégage est très-

inflammable spontanément, et se conserve mieux que celui qui résulte de l'action de la chaux sur le phosphore ou de la décomposition du phosphure de baryte. Je l'ai préféré dans beaucoup de mes expériences, soit à cause de la facilité avec laquelle il s'obtient, soit à cause de sa stabilité, mais surtout en raison de la constance du rapport qu'il offre entre l'hydrogène perphosphoré et l'hydrogène, rapport qui ne s'est jamais démenti. On en trouve une première preuve dans le tableau suivant, qui présente les résultats obtenus par l'action de quelques dissolutions métalliques sur des gaz recueillis à diverses époques de l'opération.

Réactif employé.	Couleur du précipité.	Absorption pour 100°.	Résidu pour 100°.	Nature du résidu.
Nitrate d'arg. dissous....	brun noir.	38°,»	62°,»	hydr. pur.
Nitrate de cuiv. dissous.....	*idem.*	37°,4	62°,6	*id.*
Sulf. de cuiv. dissous.....	*idem.*	37°,6	62°,4	*id.*
Idem.....	*idem.*	37°,2	62°,8	*id.*
Idem.....	*idem.*	37°,7	62°,3	*id.*
Idem.....	*idem.*	37°,»	63°,»	*id.*
Sublimé corrosif dissous...	orangé.	37°,5	62°,5	*id.*
Idem.....	*idem.*	37°,6	62°,4	*id.*
	Moyenne.	37°,5	62°5.	

Dans toutes ces expériences, l'hydrogène restant absorbait la moitié de son volume d'oxigène par sa détonation dans l'eudiomètre à mercure. Pour mettre la

solution saline en contact avec le gaz, je me servais d'un tube gradué, dans lequel je faisais passer 160 ou 180° mesures de gaz et 8 ou 10 mesures de la solution saline. J'agitais pendant quelques minutes, je rajoutais 8 ou 10 nouvelles mesures de solution, j'agitais de nouveau, et l'expérience était terminée. Il suffisait alors de transporter le tube dans une cloche remplie d'eau, et de mesurer le résidu. Il arrive quelquefois que lorsqu'on a mis une quantité de solution saline insuffisante pour décomposer tout le gaz, il se produit d'abord une absorption, et que, par une nouvelle agitation, le gaz augmente de volume; mais sans arriver néanmoins à son volume primitif. Je n'ai pas pu me rendre compte de ce phénomène, qui s'est présenté trois ou quatre fois dans le cours de mes expériences : mais j'ai bien constaté que, dans ce cas, l'addition d'un excès de solution ramenait la décomposition du gaz phosphoré à sa marche accoutumée, que l'absorption était la même que dans les expériences ordinaires, et que le résidu était de l'hydrogène aussi pur que possible.

L'action de l'eau sur les phosphures métalliques donne lieu à divers phénomènes connus d'une manière générale, mais qui devaient être examinés avec soin pour en apprécier toutes les circonstances.

J'ai préparé du phosphure de baryte avec beaucoup d'attention, et je l'ai soumis à l'action de l'eau après l'avoir réduit rapidement en poudre grossière. J'enveloppais quelques grammes de cette poudre dans un morceau de papier joseph, que j'introduisais dans une petite cloche remplie de mercure. Je faisais passer dans le vase de l'eau distillée en quantité convenable; j'avais

soin de rejeter les premières portions du gaz afin de me débarrasser de la petite quantité d'air atmosphérique ou d'azote qui se trouvait nécessairement interposée dans la poudre.

Voici les résultats de cinq expériences. Le gaz a toujours été mis en contact avec une solution de sulfate de cuivre saturée à froid.

	Gaz employé.	Résidu.	
	100°.....	44°	hydrogène pur.
	100°.....	43°	*id.*
	100°.....	43°	*id.*
	100°.....	43°,5	*id.*
	100°.....	42°,5	*id.*
Moyenne	100°.....	43°,2	*id.*

Ce qui donne 43,2 hydrogène pur et 56,8 hydrogène perphosphoré. En admettant que ces deux gaz se trouvent dans le rapport de 3 : 4, nous aurions 42,85 hydrogène pur et 57,15 hydrogène perphosphoré. Résultat bien remarquable ; car, si l'on fait attention que les 4 volumes d'hydrogène perphosphoré contiennent, ainsi que nous le verrons plus loin, 6 volumes d'hydrogène et 1 vol. $\frac{1}{2}$ de phosphore, on trouvera qu'en y ajoutant les 3 volumes d'hydrogène libre, le mélange gazeux serait converti tout entier en hydrogène proto-phosphoré. Pourquoi ce dernier gaz ne se produit-il point dans cette circonstance si favorable en apparence à sa formation ? C'est ce qui paraît difficile à expliquer.

Lorsqu'on place dans une cloche contenant un peu d'eau sur le mercure du phosphure de chaux réduit en

poudre, il se dégage rapidement un gaz dont j'ai fait l'examen par le sulfate de cuivre. Il contient :

Gaz absorbable...	86,5	87,4	87,2	87,1 ;
Hydrogène pur...	13,5	12,6	12,8	12,9.
	100,»	100,»	100,»	100,».

Si l'on emploie, au lieu d'eau, de l'acide hydrochlorique concentré et fumant, le dégagement de gaz est très-rapide, l'action est vive, et la liqueur s'échauffe d'une manière notable. Le gaz qui se rassemble au sommet de la cloche n'est point inflammable spontanément, et il se dépose une grande quantité de phosphore. Le sulfate de cuivre absorbe complètement ce gaz, dont 100 parties laissent dans le tube gradué un résidu inappréciable.

Si l'on étend l'acide de son volume d'eau distillée, le dégagement sera moins rapide, le dépôt de phosphore également prononcé ; mais la température s'élèvera un peu, et on obtiendra de même un gaz non inflammable, disparaissant complètement sous l'influence du sulfate de cuivre.

Si l'on mêle enfin 1 volume d'acide hydrochlorique et 10 d'eau distillée, et qu'on introduise une partie de ce liquide dans une cloche sur le mercure avec un peu de phosphure de chaux, on obtient un gaz inflammable, et il ne se dépose point de phosphore ; examiné par le sulfate de cuivre, ce gaz laisse, sur 100 parties, 7 de gaz hydrogène pur. Mais si, dans cette expérience, on emploie un excès de phosphure de chaux, le gaz qui se dégage le premier est souillé d'hydrogène, en proportion variable entre 5 et 8 pour 100. Si on sépare les

premières portions et qu'on abandonne l'expérience à elle-même, le dégagement continue pendant quelques jours, et on trouve en définitive dans la cloche un mélange de 87° gaz absorbable par le sulfate de cuivre, et 13° gaz hydrogène pur ; ce qui rentre dans le cas de l'eau pure elle-même.

Tous les gaz dont nous venons de parler sont impurs ; mais on sera peut-être étonné d'apprendre que le procédé généralement préféré pour la préparation de l'hydrogène perphosphoré, celui qui consiste à traiter le phosphore par la chaux en bouillie, présente les résultats les plus discordans, et fournit un gaz mélangé d'hydrogène en proportions très-variables. J'ai fait exécuter cette opération à la manière ordinaire, et pour éviter toute altération spontanée du gaz, je l'analysais par le sulfate de cuivre à mesure que chaque cloche était recueillie. Les résultats suivans montrent les rapports entre l'hydrogène phosphoré et l'hydrogène pur dans des gaz recueillis à sept intervalles égaux de l'opération.

Nos des cloches dans l'ordre où elles ont été remplies.	Gaz absorbé par le sulfate de cuivre sur 100°.	Résidu sur 100°.	Oxigène nécessaire à la combustion du résidu.	Observation.
1.	66°	34°	17°,2	Le gaz de la première cloche avait déposé un peu de phosphore pendant qu'on le recueillait ; il est possible que cette circonstance explique l'anomalie qu'il présente dans la série.
2.	73	27	13,5	
3.	61	39	19,5	
4.	56	44	22,5	
5.	50	50	25,4	
6.	40	60	30,»	
7.	14	86	43,»	

On voit que la proportion de gaz hydrogène perphosphoré qui était, dans le commencement, égale aux trois quarts du volume, a fini par diminuer au point qu'elle n'en formait plus que le septième. Cependant tous ces gaz étaient également inflammables au contact de l'air. Les analyses ont toutes été faites avant qu'aucun d'eux eût déposé du phosphore, et le plus souvent même le gaz était recueilli dans le tube qui servait à l'analyser. La détonation du résidu a toujours été faite sur le mercure, ainsi que toutes les autres expériences.

On sait que, vers la fin de cette opération, il se dégage un gaz qui n'est point inflammable spontanément, mais qui pourtant renferme du phosphore; il se dégage même en quantité fort considérable, pourvu qu'on élève peu à peu la température de la fiole jusqu'au rouge obscur, ou bien près du moins. J'en ai recueilli plusieurs éprouvettes qui se sont conservées pendant long-temps sans altération. Voici les résultats produits par la solution de sulfate de cuivre sur ce gaz. Je classerai les éprouvettes dans l'ordre où elles ont été recueillies, et ce tableau doit faire suite au précédent.

Nos des cloches.	Gaz absorbé par le sulfate de cuivre.	Résidu pour 100°.	Nature du résidu.
8	11	89	Le résidu consistait en hydrogène pur, chargé de vapeur de phosphore et brûlant avec flamme verte. Je reviendrai plus loin sur ce phénomène.
9	10,4	89,6	
10	10,4	89,6	
11	10	90	

On a supposé jusqu'à présent que ce gaz non inflam-

mable était du gaz hydrogène proto-phosphoré. Les expériences suivantes semblent démontrer le contraire.

J'ai pris du gaz recueilli dans les cloches 8 et 9, et j'en ai fait un mélange qui contenait :

89 hydrogène ;
11 hydrogène phosphoré.

100 parties de ce gaz ont absorbé 74 au plus et 72 au moins d'oxigène par leur détonation, au moyen de l'étincelle électrique avec un excès de ce dernier. D'où il suit que les 11 volumes de gaz phosphoré en ont pris 29,5 dans le premier cas, et 27,5 dans le second.

8 volumes de ce gaz exigeraient par conséquent 21,4 volumes au plus et 20 volumes au moins d'oxigène pour leur combustion complète. Nous avons déjà vu que 8 volumes d'hydrogène proto-phosphoré n'en absorbaient que 16; nous verrons plus loin que 8 volumes de gaz perphosphoré en exigent 21.

On peut raisonnablement conclure de ces faits, que le gaz non inflammable qui se développe à la fin de l'opération, au moyen de la chaux et du phosphore, est encore du gaz perphosphoré, mais souillé de 9 volumes d'hydrogène libre sur 10 de gaz total.

Quelques ouvrages de chimie renferment la description d'une expérience dans laquelle on assure qu'il se forme du gaz hydrogène perphosphoré. Qu'on place au fond d'un verre à pied quelques fragmens de zinc et quelques morceaux de phosphore, volume égal de chacune de ces matières à-peu-près ; qu'on les recouvre d'eau pure, et qu'on fasse couler doucement de l'acide sulfurique concentré dans le verre, celui-ci gagnera sa

partie inférieure, et produira dans cette partie un dégagement de chaleur assez considérable pour fondre le phosphore. Ce corps enveloppera tous les morceaux de zinc, et le gaz hydrogène naissant le rencontrera dans un état de fusion. En plaçant le vase dans l'obscurité, toutes les bulles de gaz qui se dégageront produiront une lumière verdâtre, accompagnée d'une faible détonation.

Quoique ce gaz possède la propriété de s'enflammer spontanément, j'avais pensé qu'il différait du gaz hydrogène perphosphoré. La couleur de la flamme l'indiquait, et l'expérience a confirmé mes doutes. Je disposai les matières dans un verre à pied, comme je viens de le dire ; je plaçai vers le milieu du vase, qui était rempli d'eau et d'acide, un long tube plein d'eau, de manière qu'une portion du gaz était forcée de se rendre dans ce dernier. Toutes les bulles qui arrivaient dans l'air s'enflammaient comme à l'ordinaire, et lorsque le tube fut rempli, je le transportai sur la cuve à mercure ; je le mis en contact avec une solution de sulfate de cuivre, et je ne pus remarquer aucune absorption, bien que l'agitation eût été long-temps continuée. Après cette opération, le gaz n'était plus inflammable spontanément ; mais il s'enflammait au contact d'une bougie allumée, et brûlait lentement avec une flamme verdâtre. Il était facile de s'assurer qu'il renfermait du phosphore, soit par la couleur de la flamme, soit par la production d'un acide pendant la combustion, soit encore par sa densité qui était évidemment plus grande que celle de l'hydrogène, et qui semblait se rapprocher de celle de l'air. J'attribue ces phénomènes à une circonstance analogue à celle qu'on observe dans le contact de l'azote et du

phosphore, c'est-à-dire, à la présence de la vapeur de phosphore. Pour que l'expérience réussisse, il faut que la température du mélange soit de 100° ou bien près, et à cette température, la tension de la vapeur de phosphore doit être déjà très-sensible. C'est un phénomène de ce genre qui se produit lorsqu'on prépare le gaz hydrogène perphosphoré par la chaux en bouillie. Vers la fin de l'opération, le gaz non inflammable qu'on obtient, privé d'hydrogène phosphoré par le sulfate de cuivre, conserve la propriété de brûler avec une flamme blanche ou verdâtre, et produit un acide pendant sa combustion. Il en est de même quelquefois du gaz hydrogène qui se trouve mêlé accidentellement au gaz hydrogène proto-phosphoré préparé par le phosphure de chaux et l'acide hydrochlorique concentré. On voit donc que toutes les fois que le gaz hydrogène naissant et le phosphore se rencontrent à une température élevée, le premier emporte une quantité notable de vapeur de phosphore.

Ayant renoncé à la recherche d'un procédé propre à fournir le gaz hydrogène perphosphoré pur, je me suis occupé de l'examen de ce gaz dans son état de mélange avec l'hydrogène. Le sublimé corrosif agit sur lui comme sur le gaz proto-phosphoré lui-même, et le gaz hydrogène dont il se trouve mélangé reste pur et ne se combine point avec le chlore, du moins à la température de la lampe à alcool.

J'ai pris d'abord le gaz perphosphoré qu'on obtient en traitant le phosphore par la potasse. Soumis à l'action du sulfate de cuivre, il laissait 62,5 pour 100° de gaz hydrogène pur.

76° gaz employé. L'action du sublimé corrosif est vive dès qu'il est fondu. Le gaz augmente beaucoup de volume. Il se produit une matière brune orangée.

133°,5 gaz total après l'expérience. Traité par une petite quantité d'eau, il se dissout.

86°,» acide hydrochlorique, et il reste

47°,5 hydrogène pur.

D'après l'analyse par le sulfate de cuivre, il devait, en effet, rester 47°,5 hydrogène pur.

On voit que les 28°,5 de gaz hydrogène perphosphoré contenu dans le gaz employé nous ont fourni les 42 parties d'hydrogène que l'acide hydrochlorique renferme : le gaz hydrogène perphosphoré préparé par la potasse, contient donc une fois et demie son volume d'hydrogène.

J'ai opéré de la même manière sur le gaz provenant d'un mélange de phosphure de chaux et d'eau : c'est le plus pur que l'on puisse se procurer ; aussi l'action du sublimé corrosif est-elle vive et rapide. Elle commence même à froid.

Hydrog. perph. employé.	Acide hydrochl. obtenu.	Résidu d'hydrogène.	Hydrog. perphosph. réel.
34°	94°	4°	30°
38°	107°	4°	34°.

On voit que dans ces résultats il y a toujours eu un petit excès de gaz développé. Il se pourrait qu'il se fût produit du chlorure de phosphore, et que cette petite différence dût être attribuée à la tension de sa vapeur. Mais quelle qu'en soit la cause, cette différence, quoiqu'assez

constante, n'altère pas sensiblement le rapport de 1 : 3 entre l'hydrogène perphosphoré et l'acide hydrochlorique.

Nous verrons par la suite que la composition du gaz hydrogène perphosphoré m'était indispensable pour un assez grand nombre de calculs. Nous verrons de plus qu'elle offrait des anomalies propres à jeter du doute sur les résultats que je viens d'énumérer, ou qui du moins en rendaient la confirmation nécessaire. J'ai donc mis un soin et un intérêt très-particuliers à la détermination du rapport qui existe entre le volume du gaz hydrogène perphosphoré et celui du gaz hydrogène qu'il renferme.

J'ai pris le gaz provenant de l'action de l'eau sur le phosphure de chaux; je l'ai examiné par le sulfate de cuivre : il contenait 12,5 p. c. d'hydrogène pur.

114° parties de ce gaz, traitées par le fer en fil très-fin dans une cloche courbe à la chaleur d'une lampe d'alcool à double courant, dont on a prolongé l'action pendant demi-heure, ont fourni 163 parties gaz hydrogène très-pur. Ce gaz résidu, mis en contact avec une solution de sulfate de cuivre, n'en a pas troublé la transparence, et lorsqu'on l'a enflammé, il n'a pas produit la moindre trace de flamme blanche. On voit que 100 parties de gaz perphosphoré réel en ont fourni 149 hydrogène.

114° parties du même gaz ont été traitées de la même manière par du fil de cuivre très-bien décapé, le résidu était encore du gaz hydrogène très-pur; il y en avait 166 parties. D'où il suit que 100 parties de gaz hydrogène perphosphoré réel en avaient fourni 152.

Dans toutes ces expériences on avait soin de sécher, autant que possible, le gaz en faisant passer quelques

morceaux de papier joseph dans la cloche qui le contenait.

Bien que l'action générale de l'oxigène sur l'hydrogène perphosphoré soit connue depuis long-temps : dès qu'on a voulu en examiner de près les détails, tous les chimistes qui se sont occupés de ces recherches ont obtenu des résultats peu conformes à la vérité. Si l'on fait passer bulle à bulle le gaz phosphoré dans de l'oxigène pur, chaque bulle détone vivement ; mais, chose remarquable, il est impossible de parvenir à brûler complètement le phosphore. Pendant tout le cours de l'expérience, il se fait de l'eau, un produit acide, et il se dépose en même temps une matière jaunâtre en petites écailles. Un grand excès d'oxigène n'en prévient pas la formation. Elle a lieu même, lorsqu'on a soin d'élever primitivement la température de ce gaz à 110 ou 120° c. Au contraire, si on délaie l'oxigène avec de l'azote ou de l'acide carbonique, on parvient à un terme où il ne s'en produit pas ; mais alors il arrive souvent que les premières bulles qui pénètrent dans le mélange ne s'enflamment point, et, dans ce cas, les suivantes, en prenant feu, déterminent leur détonation, et font voler l'éprouvette en éclats. Souvent aussi elles brûlent sans agir sur les précédentes, et l'expérience offre alors des anomalies dont il est facile de se rendre compte, mais qui ne se laissent soumettre à aucun calcul.

Après bien des tentatives qui n'ont pas toutes été sans danger, je me suis arrêté au mode suivant. Je préparais de l'acide carbonique absolument pur, et tel qu'un flacon de demi-litre, traité par une solution de potasse caustique, se dissolvait sans laisser de résidu appréciable.

Je mélangeais, d'une part, volumes égaux d'acide carbonique et d'oxigène aussi très-pur, et de l'autre, de l'hydrogène perphosphoré obtenu par la potasse et le phosphore avec des proportions variables d'acide carbonique. Je chauffais alors le mélange d'acide carbonique et d'oxigène à 100 ou 120° C., et j'y introduisais, bulle à bulle, le mélange d'acide carbonique et d'hydrogène perphosphoré. Au moyen de toutes ces précautions, l'expérience avait lieu tranquillement; chaque bulle détonait, quelque petite qu'elle fût. La lumière était faible et jaunâtre, au lieu d'avoir l'éclat et la vivacité qu'on observe dans les combustions ordinaires de ce genre. Lorsque l'opération était terminée, j'absorbais l'acide carbonique au moyen d'un excès de potasse caustique en fragmens humides, je mesurais soigneusement le résidu, et je m'assurais de la pureté de l'oxigène en excès qui le constituait par la détonation avec un excès d'hydrogène dans l'eudiomètre à mercure. Voici les résultats de quatre expériences:

	1re Exp.	2e Exp.	3e Exp.	4e Exp.
Oxigène.....	86°	99°	100°	99°
Acide carb.....	86°	100°	100°	97°
Hydrog. perph...	23°	29°	37°	62°
Acide carb.....	21°	29°	45°	34°
Oxigène en excès.	63°	70°	61°	38°
Oxigène absorbé.	23°	29°	39°	61°.

Il résulte de ce tableau, que 151 mesures d'hydrogène perphosphoré, provenant de l'action du phosphore sur

la potasse caustique en dissolution dans l'eau, ont absorbé 152 mesures d'oxigène. C'est environ le rapport de volume à volume.

Mais ce rapport, si simple en apparence, devient fort compliqué lorsqu'on cherche à rapporter à chacun des corps que renferme l'hydrogène perphosphoré, la part d'oxigène qui lui revient dans le partage. En effet,

8 de notre gaz = 5 hydrog. + 3 hydrog. perph.
8 oxigène.... = 2,5..... + 5,5.

C'est-à-dire que 3 vol. hydrogène perphosphoré pur absorbent 5,5 vol. oxigène, ou bien 8 volumes pour 14,6 oxigène. Mais

8 hydr. perph. pur = 12 hydrog. + x phosphore.
14,6 oxigène..... = 6..... + 8,6.

Il est évident que, dans la combustion de l'hydrogène perphosphoré faite sous les conditions précédemment énoncées, l'hydrogène prend 2 volumes d'oxigène et le phosphore 3 ; ce qui nous conduit à admettre que 8 vol. hydrog. perphosphoré se composent de 12 vol. hydrog. et de 3 at. de phosphore, qui, en se brûlant, absorbent respectivement 6 at. et 9 at. d'oxigène, pour former 6 at. d'eau et 3 at. d'acide phosphoreux.

Je ne me suis point dissimulé les objections qui se présentent contre ces conclusions. La formation de l'acide phosphoreux avec combustion vive en présence d'un excès d'oxigène répugnera peut-être à quelques chimistes; mais je les prie de donner attention aux circonstances suivantes : j'ai prouvé, par les expériences mentionnées,

que 151 mesures du gaz que j'ai employé absorbaient 152 mesures d'oxigène; le calcul précédent indique une absorption égale à 153,2. Les deux résultats s'accordent, à 8 millièmes près. D'un autre côté, nous savons que dans sa combustion lente et pendant la formation de l'acide phosphatique, le phosphore devient lumineux. Nous savons encore que, malgré la rapidité et l'énergie avec laquelle le gaz hydrogène perphosphoré s'enflamme au contact de l'oxigène, une portion considérable de phosphore et d'hydrogène échappent à la combustion. Nous avons vu enfin, que la combustion du gaz hydrogène proto-phosphoré peut donner aussi naissance à de l'acide phosphoreux avec production de chaleur et de lumière. D'après toutes ces considérations, je suis disposé à admettre que lorsque les deux gaz sont mélangés avec une forte portion d'acide carbonique, et que la combustion s'opère avec une lumière faible, le phosphore s'arrête au point d'oxidation qui constitue l'acide phosphoreux.

Du reste, nous allons trouver une preuve évidente que les choses se passent ainsi dans les expériences suivantes. On sait depuis long-temps que le gaz hydrogène perphosphoré, gardé pendant quelques jours, laisse déposer du phosphore, et perd la faculté de s'enflammer spontanément. J'ai voulu analyser ce phénomène, et me rendre compte des produits qui en résulteraient.

J'ai rempli deux flacons à l'émeri de gaz hydrogène perphosphoré, spontanément inflammable et préparé par le phosphore et la chaux. Sa composition était :

1er flacon 67° hydrog. perph. absorbable par le sulfate de cuivre ..... 33° hydrogène pur.
2e flacon 73° *id*..... 27 *id.*

Au bout de quatre jours, ces deux gaz avaient perdu la propriété de s'enflammer spontanément, et en les examinant, j'ai trouvé qu'ils renfermaient :

1er flacon 68° gaz absorbable par le sulfate de cuivre..... 32° hydrogène pur.
2e flacon 72° *id*..... 28° *id.*

On voit que la proportion de l'hydrogène phosphoré et de l'hydrogène n'a subi aucune variation dans ces mélanges; mais que seulement le gaz phosphoré, en déposant du phosphore, a perdu la faculté de brûler à la température ordinaire. Il était possible que cette circonstance provînt de la simple transformation du gaz perphosphoré en gaz proto-phosphoré, ou bien qu'il se fût produit un gaz phosphoré à un état de saturation particulier. Une analyse exacte pouvait seule lever tous les doutes.

Nous savons que le gaz préparé par la potasse renferme 62,5 d'hydrogène pur. J'en ai laissé deux flacons à la température de 22° c. pendant deux jours; ils se sont recouverts d'une couche de phosphore à l'intérieur, et l'absorption par le sulfate de cuivre a indiqué dans l'un 62,6 hydrogène, et dans l'autre 62,2. Résultat parfaitement conforme avec le précédent. Bien sûr alors que le gaz que j'employais était pur, je l'ai mélangé avec 7 ou 8 fois son volume d'air atmosphérique, et j'ai fait détoner le tout sur le mercure au moyen de l'étincelle électrique; 10 volumes du premier gaz ont exigé 10,5 d'oxigène

dans une première expérience, et le second en a exigé 11 pour la même quantité. Voici les résultats :

1re *Expérience.*

73° air atmosphérique. 10° gaz phosphoré....	=	6,26 hydrogène pur	= 3,13 oxigène.
62° résidu.		3,74 hydrog. phosph.	= 7,87 *id.*
11° oxigène absorbé.....			11°,» oxigène.

2e *Expérience.*

75° air atmosphérique. 10° gaz phosphoré....	=	6,22 hydrogène pur	= 3,11 oxigène.
64°,5 résidu.		3,78 hydrog. phosph.	= 7,39 *id.*
10°,5 oxigène absorbé.....			10°,5 oxigène.

Il est de toute évidence que le gaz hydrogène phosphoré renfermé dans ces flacons absorbait, pendant sa combustion, 2 fois son volume d'oxigène. C'était donc véritablement du gaz hydrogène proto-phosphoré identique avec celui qu'on prépare au moyen de l'acide phosphatique ou de l'acide phosphoreux. Mais ce résultat nous offre un rapprochement curieux. Le même gaz, lorsqu'il était spontanément inflammable, exigeait, pour sa combustion complète, du gaz oxigène dans le rapport de 8 à 15 en volume. Abandonné à lui-même il a perdu du phosphore, et par la détonation il a absorbé ce même gaz dans le rapport de 8 : 16. La quantité d'hydrogène restant la même, elle a toujours pris, pour former de l'eau, 6 volumes de gaz. Il reste donc, dans le premier cas, 9 volumes d'oxigène, et dans le second 10 pour le phosphore. Cette circonstance ne s'explique bien qu'en admettant 3 atomes de phosphore dans le premier cas, et 2 dans le second, et en supposant que la première combustion produisait de l'acide phosphoreux, et la se-

conde de l'acide phosphorique. La simplicité que ces phénomènes compliqués acquièrent dans cette hypothèse me permet de croire qu'elle sera accueillie favorablement.

On voit en définitive que le gaz hydrogène perphosphoré, abandonné à lui-même, perd un tiers du phosphore qu'il renferme, et passe à l'état de gaz hydrogène proto-phosphoré sans changer de volume.

A la vérité, le résultat relatif au volume n'est établi dans ce qui précède que d'une manière incidente; mais je me suis assuré de son exactitude par des expériences directes.

J'ai placé dans une cloche courbe 60 parties de gaz préparé par le phosphure de baryte; je l'ai chauffé au moyen d'une lampe à alcool, que j'ai eu soin de promener dans toute la partie occupée par le gaz : il s'est déposé du phosphore. Le gaz, après son refroidissement, occupait encore 60 parties du tube gradué, et il avait complètement perdu la faculté de s'enflammer spontanément.

Il en a été de même de celui que j'ai desséché par la chaux. Quelquefois il a conservé la faculté de brûler spontanément; quelquefois il l'a perdue en précipitant du phosphore. Mais, dans tous les cas, le volume du gaz n'a pas éprouvé d'altération. Je crois avoir remarqué que la décomposition du gaz s'opère, surtout lorsqu'il contient assez d'eau pour déliter une portion de la chaux, et occasioner ainsi une élévation de température rapide.

Enfin, pour lever tous les doutes à l'égard des quantités d'oxigène que le gaz hydrogène perphosphoré peut absorber, j'ai fait usage du protoxide d'azote. Dans un

grand nombre d'expériences, que je ne rapporte point ici à cause de la complication des calculs, j'ai trouvé qu'en faisant détoner l'hydrogène perphosphoré produit par l'action de l'eau sur le phosphure de baryte avec cinq fois son volume de protoxide d'azote, on obtient, toute correction faite, soit pour le gaz hydrogène libre, soit pour le protoxide d'azote en excès, 5,3 au plus de protoxide d'azote décomposé par chaque volume d'hydrogène perphosphoré pur. D'où il suit que 8 volumes en décomposent sensiblement 42, et qu'ils absorbent 21 volumes d'oxigène. L'hydrogène contenu dans ces 8 volumes exigerait 6 volumes d'oxigène; il en reste 15 pour le phosphore. La même quantité de ce corps prend donc tantôt 9, tantôt 15 volumes d'oxigène. Nous retrouvons ici le rapport de 3 : 5 que nous avons déjà signalé plusieurs fois.

La détonation du mélange de protoxide d'azote et d'hydrogène perphosphoré est tellement vive lorsque les gaz sont mêlés dans les proportions mentionnées, et qu'on les soumet à l'action de l'étincelle électrique, que j'ai été forcé d'opérer sur de petites quantités. C'est une remarque qu'il importe de se rappeler, si l'on voulait vérifier le résultat.

Pour obtenir la densité du gaz hydrogène perphosphoré, j'avais à vaincre des difficultés de plus d'un genre. J'ai lieu de croire toutefois que je l'ai établie d'une manière qui laisse peu de chose à désirer, et je vais entrer dans quelques détails sur la marche de cette opération, afin que chacun puisse juger du degré d'exactitude qu'elle comportait.

Le ballon étant plein d'air sec et pesé soigneusement,

je faisais le vide à quelques lignes près, et je le remplissais de gaz hydrogène. Après l'avoir ainsi vidé cinq fois et rempli de gaz hydrogène autant de fois, j'y faisais le vide d'une manière définitive. Toutes ces opérations avaient pour but de chasser l'air atmosphérique qui aurait pu jeter une grande incertitude dans les résultats, quelque petite qu'en eût été la quantité.

Je mettais alors le ballon en communication avec la cloche renfermant le gaz; j'ouvrais le robinet de celle-ci, en ayant soin de tenir celui du ballon fermé. L'air contenu entre les deux robinets produisait une petite détonation, et j'avais soin d'attendre pendant quelques minutes pour laisser à l'acide phosphorique produit le temps de se déposer.

C'est alors seulement que j'ouvrais le robinet du ballon; je n'en laissais passer d'abord qu'une très-petite quantité, et s'il ne se produisait aucun nuage, j'étais sûr que l'appareil était en bon état, et qu'on pouvait remplir le ballon. J'insiste sur toutes ces précautions, parce qu'elles sont nécessaires à la fois à la certitude des résultats et à la sûreté de l'expérimentateur. Peu de personnes se font une idée juste de la violence d'une détonation qui serait causée par quelques litres d'hydrogène perphosphoré.

Le gaz que j'ai pesé provenait de l'action du phosphore sur la chaux éteinte. L'opération était conduite avec un soin tel qu'il ne s'est pas volatilisé la moindre trace de phosphore, et qu'il ne s'en est pas déposé non plus dans la petite portion d'eau qui se condensait dans la cloche destinée à recueillir le gaz; enfin la pesée et par conséquent l'introduction dans le ballon était faite

aussitôt qu'on avait obtenu une quantité de gaz suffisante pour le remplir, c'est-à-dire, deux heures environ après la pesée du ballon rempli d'air sec.

Le ballon que j'ai employé possède une capacité de 2520 centim. cubes.

1re *Expérience.*

Plein d'air sec à 12° c. et 0,750 (1), il pèse 286,672. Plein d'un mélange d'hydrogène perphosphoré et d'hydrogène obtenu dans le mercure, mais transvasé sur l'eau pour le faire passer dans le ballon, il pèse 284,915 à 18° c. et 0,750.

Dix analyses du gaz faites après la pesée ont donné pour moyenne 73 hydrogène et 27 hydrogène perphosphoré; d'où l'on tire :

2g.,1495 pour le poids d'un litre de gaz hydrogène perphosphoré sec ;
1,654 pour sa densité.

Dans cette expérience, j'avais remarqué qu'une partie du gaz, en traversant la colonne d'eau de la cloche, y avait déposé une petite quantité de phosphore. Je craignis que cette circonstance n'eût introduit une altération sensible dans le résultat, et je me déterminai à recommencer en opérant entièrement sur le mercure.

2e *Expérience.*

Le ballon plein d'air sec à 12° et 0,750 pèse 286,643; plein d'un mélange d'hydrogène perphosphoré et d'hydro-

---

(1) La colonne barométrique a été corrigée pour la température et la capillarité.

gène saturé d'humidité à 18° et 0,750, il pèse 284,668. La moyenne des analyses du gaz faites après la pesée donne 83 hydrogène et 17 hydrogène perphosphoré; d'où l'on tire :

2,288 poids d'un litre de gaz hydrogène perphosphoré sec;

1,761 sa densité.

On voit que ces deux valeurs ne sont pas très-éloignées, et que la première diffère, dans le sens indiqué, par la décomposition partielle que le gaz a éprouvée en traversant l'eau. Je m'arrêterai donc à la seconde. On voit encore qu'en raison de la grande différence qui existe entre la densité du gaz hydrogène et celle du gaz hydrogène perphosphoré, c'est l'analyse du mélange qui peut influencer, surtout la densité, si elle se trouve affectée d'une erreur, même très-légère. Aussi de grands soins ont été mis à cette détermination. Après la pesée du ballon, je l'ouvrais dans une cuve pleine d'eau récemment bouillie. Le gaz qui s'échappait était inflammable spontanément. J'en recevais quelques éprouvettes, que je transportais sur la cuve à mercure, où j'en faisais immédiatement l'analyse par le sulfate de cuivre. Le résultat adopté est toujours la moyenne d'un grand nombre d'épreuves, dans lesquelles j'ai eu soin de constater la pureté de l'hydrogène restant par sa détonation.

On conçoit qu'il est facile d'arriver au poids de l'atome du phosphore en se servant de la densité des gaz dont il fait partie. Il suffit de transformer en poids les proportions de ces gaz, et de comparer ces quantités au poids bien connu de l'atome du gaz hydrogène.

1,761 poids d'un volume hydrogène perphosphoré.
0,103 poids d'un volume et demi hydrogène.
1,658 poids du phosphore.

Supposant ces corps combinés dans le rapport de 4 atomes à 1, nous avons :

$$0{,}103 : 1{,}658 :: 4\,H = 24{,}87 : x = 400{,}33\,;$$

ce qui donnerait par conséquent 400,33 pour le poids de l'atome du phosphore.

1,214 poids d'un volume hydrogène proto-phosphoré.
0,103 poids d'un volume et demi hydrogène.
1,111 poids du phosphore.

Supposant ces corps combinés dans le rapport de 6 atomes à 1, nous avons :

$$0{,}103 : 1{,}111 :: 6\,H = 37{,}40 : x = 402{,}3\,;$$

ce qui donnerait en conséquence 402,3 pour le poids de l'atome du phosphore.

M. Berzelius a admis, d'après ses expériences sur la synthèse de l'acide phosphorique, 392,3. J'ai longtemps examiné les expériences de M. Berzelius et les miennes, j'ai cherché, d'un côté comme de l'autre, à faire la part des causes d'erreurs, et je suis resté, je l'avoue, dans l'incertitude. L'extrême habileté de M. Berzelius, les difficultés du sujet, et surtout la petite différence qu'il s'agit d'évaluer, m'ont engagé à respecter le poids de l'atome admis par ce chimiste illustre, persuadé qu'en définitive il n'y pas plus de raison en faveur de ma détermination, qu'il n'y en a en faveur de la sienne.

Les personnes qui aiment les rapports simples ne

manqueront pas de préférer le nombre 400. Elles s'appuyeront avec raison sur les résultats de M. Dulong, qui avait déduit un nombre absolument semblable de l'analyse du perchlorure de phosphore et de celle du phosphure de cuivre. Mais je doute que M. Dulong lui-même se crût autorisé, par ses expériences, à prononcer sur une différence aussi petite.

J'observerai, en terminant ce Mémoire, que la composition des gaz phosphorés, telle que mes expériences l'établissent, se trouve déjà par hypothèse dans les tables de M. Berzelius. Il est facile de voir qu'il avait calculé celle du gaz hydrogène perphosphoré, dans la supposition qu'il produirait un phosphure et de l'eau en agissant sur un oxide à 2 atomes d'oxigène; mais j'ignore sur quelles considérations il avait établi celle du gaz protophosphoré. Il est probable que c'est en calculant la décomposition de l'eau par l'acide phosphoreux.

Je dois ajouter qu'en traitant du gaz hydrogène perphosphoré par le potassium, MM. Gay-Lussac et Thenard en avaient extrait à-peu-près un volume et demi d'hydrogène, et que M. Houtou-Labillardière avait vérifié ce rapport dans les deux gaz phosphorés, en faisant usage du même moyen.

Mais tous ces résultats étaient devenus problématiques par suite des travaux plus récens de MM. Dalton, Thomson et Vauquelin. Je pense qu'à présent il sera facile de démêler ce qu'il y a de vrai dans chacune des nombreuses expériences dont ces deux gaz ont été l'objet.

On peut tirer des faits rapportés dans ce Mémoire, les conclusions suivantes :

1°. Le gaz hydrogène proto-phosphoré préparé par l'acide phosphatique, l'acide phosphoreux, l'acide hypophosphoreux, ou bien par le mélange d'un phosphure alcalin avec l'acide hydrochlorique concentré, est toujours parfaitement pur et identique;

2°. Ce gaz renferme un volume et demi d'hydrogène, et il est composé de 6 atomes hydrogène et 1 atome phosphore;

3°. Sa densité est de 1,214;

4°. Il absorbe pendant sa combustion tantôt 2 volumes, tantôt un volume et demi d'oxigène;

5°. Il est complètement absorbé par une solution de sulfate de cuivre;

6°. Le gaz hydrogène perphosphoré n'est jamais pur. On l'obtient toujours mêlé d'hydrogène libre, et comme ce dernier gaz n'est point altéré par le sulfate de cuivre, on peut analyser facilement le mélange à l'aide de ce réactif;

7°. Il renferme aussi un volume et demi d'hydrogène, et il est composé de 4 atomes hydrogène et 1 atome phosphore;

8°. Sa densité est de 1,761;

9°. Il absorbe pendant sa combustion tantôt 15 volumes, tantôt 21 volumes d'oxigène pour 8;

10°. Il est entièrement absorbé par le sulfate de cuivre et par plusieurs dissolutions métalliques;

11°. L'acide phosphoreux et l'acide phosphorique contiennent de l'oxigène dans le rapport de 3 : 5;

12°. Le poids de l'atome de phosphore, déduit de la densité des gaz hydrogène phosphorés, paraît être 400.

Je ne terminerai point ce Mémoire sans témoigner toute ma reconnaissance à M. Francillon, élève attaché au laboratoire de l'Ecole polytechnique, qui a bien voulu m'aider dans les recherches délicates qu'il renferme, et qui en a rendu l'exécution facile par son zèle et sa sagacité.

Recherches *sur les Pouvoirs réfringens des fluides élastiques.*

Par M. Dulong.

(Lu à l'Académie royale des Sciences le 10 octobre 1825.)

La recherche des causes de presque tous les phénomènes physiques conduit inévitablement à quelque hypothèse sur la constitution intime des corps. Newton lui-même, que sans doute on n'accusera pas d'avoir adopté légèrement des aperçus systématiques, s'est livré, dans plusieurs de ses travaux, à des conjectures plus ou moins vraisemblables sur la disposition des dernières particules de la matière. Il était à craindre cependant que toutes ces créations de l'esprit, très-vagues de leur nature, ne pussent jamais acquérir assez de précision pour être soumises à des épreuves concluantes et à des vérifications rigoureuses; mais un nouvel ordre de faits, dû aux progrès de la chimie moderne, nous permet d'espérer que la physique corpusculaire possèdera bientôt des élémens susceptibles d'évaluations numériques. Déjà les lois auxquelles sont assujetties les proportions

des composés chimiques ont fourni les moyens de déterminer les rapports des masses des molécules matérielles. En portant ces notions dans l'étude de quelques phénomènes de la chaleur, nous avons fait voir, Petit et moi (1), que le calorique spécifique étant mesuré, non pour l'unité de poids, comme on le faisait auparavant, mais pour chaque molécule de nature diverse prise individuellement, on découvrait aussitôt des rapports simples et une dépendance nécessaire entre des propriétés regardées jusque-là comme n'ayant aucune connexion.

L'analogie remarquée depuis long-temps entre les principaux phénomènes de la chaleur et de la lumière devait faire présager le même succès de l'emploi du même artifice, relativement aux pouvoirs réfringens des fluides élastiques. Il était probable même que l'on pénétrerait plus avant, par cette voie, dans la connaissance des modifications que l'acte de la combinaison peut imprimer aux molécules matérielles; l'observation des pouvoirs réfringens comportant plus de précision que la mesure des chaleurs spécifiques, surtout pour les fluides élastiques, qui sont d'ailleurs plus propres que les liquides et les solides à ce genre de recherches. Pour être en état de vérifier cette conjecture, il fallait posséder les mesures exactes du pouvoir réfringent de tous les gaz simples et du plus grand nombre possible de gaz composés, afin d'apprécier les effets des divers modes de condensation.

Le Mémoire de MM. Biot et Arago (2) sur l'affinité

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. x, p. 395.

(2) *Mémoires de la* 1re *Classe de l'Institut*, t. VII. 1807.

des corps pour la lumière, que l'on citera toujours comme un modèle de précision, n'embrasse qu'un nombre beaucoup trop limité d'espèces pour fournir les documens indispensables à la solution du problême qui nous occupe.

Les recherches plus récentes de MM. Arago et Petit (1) avaient un autre objet : celui de vérifier si, comme cela paraît naturel dans la théorie newtonienne, l'action d'un même corps sur la lumière reste toujours proportionnelle à sa densité.

Il était donc nécessaire de se livrer à de nouvelles recherches, avec l'attention de choisir principalement les gaz composés, dont les élémens peuvent aussi être observés sous la forme de fluide élastique.

C'est ce travail que j'ai exécuté, et qui fait le sujet du Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

La méthode expérimentale employée par MM. Biot et Arago, consiste à mesurer directement, avec un cercle répétiteur, la déviation qu'éprouve la lumière en traversant un prisme creux, et successivement rempli de chacun des fluides élastiques. La multiplicité des précautions que nécessite la mesure directe de cet angle, qui d'ordinaire n'excède pas quelques minutes; l'influence qu'exercent sur l'opération les vicissitudes atmosphériques, influence que l'on ne peut pas toujours corriger, laissent, en définitive, une assez grande incertitude sur les résultats.

La belle expérience de M. Arago sur le déplacement des franges de diffraction, par l'interposition d'un corps

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. 1, p. 1.

transparent dans l'un des faisceaux interférens, a suggéré à notre savant confrère un nouveau moyen de déterminer la force réfringente des gaz, qui comporte une sensibilité presque indéfinie. Aucun autre ne lui serait certainement comparable, s'il s'agissait seulement de constater une légère différence entre deux corps; mais il perdrait probablement de sa supériorité si l'on voulait en faire usage pour mesurer le pouvoir d'une série de substances très-inégalement réfringentes.

Le procédé auquel je me suis arrêté me paraît réunir, à l'avantage d'une exécution beaucoup plus prompte, une exactitude plus que suffisante pour atteindre au but que je me suis proposé.

Il est fondé sur une loi constatée par MM. Biot et Arago dans le Mémoire cité, et que j'ai vérifiée sur plusieurs autres gaz, savoir : que, pour un même fluide élastique, l'augmentation de vitesse de la lumière en passant du vide dans ce gaz, ou la diminution de cette vitesse, si l'on raisonnait dans l'hypothèse des ondes, reste exactement proportionnelle à ses variations de densité : or, comme il est très-facile d'augmenter ou de diminuer la densité d'un gaz, on pourra toujours l'amener à un degré tel, que la vitesse de la lumière soit la même dans ce gaz et dans l'air atmosphérique, par exemple; et, si l'on détermine les densités du gaz et de l'air lorsque cette condition est remplie, il suffira d'une simple proportion pour connaître le rapport des accroissemens de vitesse quand les deux fluides posséderont des forces élastiques égales.

Ce genre d'observation ne peut indiquer, à la vérité, que les rapports des puissances réfractives de tous les

gaz à celle de l'un d'entre eux que l'on prendra pour unité; mais cette connaissance est aussi la seule qu'il nous importe d'acquérir.

Voici maintenant l'appareil qui m'a servi à mettre en pratique l'idée que je viens d'exposer.

Un prisme creux *AB*, formé par un tube de verre épais, aux deux extrémités duquel sont ajustées deux glaces inclinées de 145° environ, communique, par un tube de verre *s*, avec un cylindre de même matière *z*, de 1 mètre de longueur et d'un diamètre de 5 centimètres. Ce cylindre porte, à chacune de ses extrémités, une douille en fer vernie. Celle qui est adaptée à l'extrémité inférieure est munie d'un robinet en fer *G*; l'autre porte 3 tubes en fer aussi destinés à établir une communication, l'une *N* avec le prisme; la 2e *O* avec une machine pneumatique *j* par un tuyau de plomb qui s'y adapte; la 3e *M* avec une cloche à robinet *R*, placée sur une cuve à mercure,

Le prisme est attaché solidement sur un support *EF*, et placé de manière qu'une mire éloignée puisse être aperçue à travers. Le cylindre de verre *z*, assujetti dans une situation verticale, peut être rempli de mercure par un petit tube latéral *I* un peu plus long que le cylindre, et communiquant avec lui par la partie inférieure.

Cette disposition permet, comme on le voit, de faire le vide dans le prisme, d'y introduire ensuite un gaz quelconque, pourvu qu'il n'attaque pas le mercure, de le dilater à volonté par l'écoulement d'une quantité convenable de mercure, et enfin de mesurer à chaque instant son élasticité. Je me suis presque toujours servi,

pour ce dernier élément, du tube barométrique *U*, adapté à la machine pneumatique. Mais si le gaz est de nature à corroder la pompe, le robinet *O* étant fermé, il n'y pénètre pas; on le fait sortir par le tube supérieur *c*, en produisant un courant d'hydrogène ou d'acide carbonique, sous la cloche *R*. Dans ce cas, l'élasticité se mesure par la différence de niveau du mercure dans les tubes *z* et *I*.

Il eût été facile de disposer l'appareil de manière à permettre la compression du gaz qu'il devait contenir. Mais comme il est assez difficile de s'opposer à la sortie d'un gaz comprimé, et que d'ailleurs la comparaison de deux gaz pouvait se faire avec autant de succès, en dilatant celui qui possédait la plus grande puissance réfractive, je m'en suis presque toujours tenu à l'emploi de ce dernier moyen.

Pour constater l'égalité des vitesses de la lumière dans deux gaz, il suffit de s'assurer que sous la même incidence elle éprouve la même déviation, quand elle traverse un espace occupé successivement par chacun de ces gaz, et terminé par deux plans d'une inclinaison constante : c'est à quoi l'on parvient, à l'aide de la lunette astronomique *X*, munie de fils croisés au foyer de son objectif et placée devant le prisme à une hauteur convenable sur un pied susceptible de recevoir deux mouvemens rectangulaires : elle est solidement assujettie sur un massif de maçonnerie *V*, dont les variations de hauteur, toujours extrêmement faibles et lentes par les changemens de température, ne peuvent affecter sa direction. Le prisme étant ouvert, la lunette pointée sur la mire, on voit que si les verres d'inci-

dence et d'émergence avaient leurs faces extérieures et intérieures parallèles, il n'y aurait aucune déviation occasionée par l'interposition du prisme. Mais dans le procédé que je décris, cette condition n'est pas nécessaire. On peut employer des glaces ordinaires, dont les faces sont toujours inclinées d'une quantité très-sensible. Il n'est pas nécessaire non plus que les deux réfractions, à l'entrée et à la sortie du prisme, s'exécutent dans le même plan, ni de connaître l'angle réfringent. Il est utile seulement de faire cet angle très-grand pour que la déviation soit plus forte.

Je vais maintenant indiquer la manière d'opérer.

On commence par dessécher parfaitement toutes les surfaces intérieures de l'appareil, en y faisant passer un courant de gaz hydrogène sec. On y fait ensuite le vide et l'on remplit le prisme d'air atmosphérique sec. Il existe pour cela un tube *T* rempli de muriate de chaux fondu, portant un robinet, au-dessous de la platine de la machine pneumatique. Ce tube, dont je fais usage depuis long-temps, est très-commode dans un grand nombre d'expériences. On pointe alors la lunette sur la mire, vue à travers le prisme. L'appareil restant ouvert, l'élasticité de l'air qu'il contient est donnée par le baromètre. On fait une deuxième fois le vide, et pour chasser les dernières portions d'air, on introduit une certaine quantité de gaz que l'on veut soumettre à l'observation; enfin on laisse écouler le gaz pur dans le prisme que l'on a vidé de nouveau, jusqu'à ce que la coïncidence de la mire avec le point de décussation des fils soit exactement rétablie. Si l'on a la précaution de faire écouler le gaz très-lentement, il est assez facile de saisir le mo-

ment où cette coïncidence est exacte ; ou bien, après en avoir introduit une quantité excédente, on ouvre le robinet inférieur G, jusqu'à ce que le gaz dilaté ait précisément la densité convenable pour réfracter autant que l'air : alors on mesure la hauteur de la colonne de mercure dans le baromètre U adapté à la machine pneumatique, ou la différence de niveau du liquide dans les tubes z et I; et en retranchant l'une ou l'autre de la pression de l'atmosphère, au même moment, on a évidemment l'élasticité du gaz qui satisfait à la condition cherchée : or, d'après le principe énoncé plus haut, il suffit d'une simple proportion pour trouver l'accroissement de vitesse de la lumière dans le même gaz, s'il avait la même élasticité que l'air au moment de l'expérience.

Pour le gaz hydrogène et le gaz oxigène, qui ont une puissance réfractive moindre que celle de l'air, au lieu de les comprimer pour leur faire acquérir une force de réfraction égale, il est préférable de suivre une marche inverse, c'est-à-dire, de pointer la lunette lorsque le prisme est rempli de l'un de ces deux gaz, sous la pression de l'atmosphère, et de dilater ensuite l'air jusqu'à ce que son pouvoir soit réduit à celui du gaz.

Lorsque le fluide attaque le mercure, il faut modifier un peu la méthode d'observation. Le tuyau de communication du prisme avec le cylindre contenant le mercure est composé de 3 parties (fig. 2). La pièce intermédiaire LK porte à sa partie supérieure une petite cuvette cylindrique qui laisse entre ses parois et le tuyau un espace annulaire. Pareille disposition existe à l'extrémité supérieure du conduit N. Les diamètres de ces diverses parties sont combinés de telle façon que l'on peut

enlever ou mettre cette pièce intermédiaire sans rien changer au reste de l'appareil.

Si l'on veut, par exemple, déterminer la puissance réfractive du chlore, on enlève le tuyau intermédiaire *LK*, et l'on ajuste à l'extrémité *S* un tube destiné à conduire hors du laboratoire l'excédent du gaz que l'on introduit dans le prisme par l'orifice supérieur *D*. Lorsque la coïncidence de la mire avec les fils ne se dérange plus, ce qui indique que le gaz est pur, on fixe la lunette dans sa position ; on chasse ensuite le chlore par un courant de gaz acide carbonique, puis on replace le tuyau *LK*, et l'on coule du mastic très-fusible dans les deux cuvettes *L* et *K* ; enfin, après avoir fermé l'orifice *D* par un petit bouchon de verre recouvert de cire molle, on fait le vide et l'on introduit dans le prisme un gaz dont la puissance réfractive soit supérieure à celle du chlore : je me suis servi du cyanogène; on détermine ensuite le rapport des puissances du chlore et du cyanogène comme précédemment; et la mesure du pouvoir de ce dernier étant connue, on rapporte celle du chlore à l'unité commune. Ce procédé exigeant un temps plus long, on ne doit le mettre en usage que dans les circonstances atmosphériques les plus favorables, c'est-à-dire, vers le *maximum* de température du jour.

S'il s'agit d'une vapeur qui ne puisse pas supporter, à la température ordinaire, la pression de l'atmosphère, après avoir fait le vide, on remplit l'intervalle des deux robinets *o* et *P* de la substance, à l'état liquide, que l'on introduit ensuite en aussi petite quantité qu'on le désire; du reste, l'opération s'exécute de la même manière.

Il est facile d'apprécier le degré de sensibilité de ce procédé, et de le comparer sous ce rapport avec celui

de MM. Biot et Arago. La déviation pour l'air atmosphérique à $0^m,76$ de pression était, avec un prisme de 145°, de 5′ environ. En mesurant cette déviation à différentes époques avec le cercle de Borda, ces physiciens ont trouvé des différences de 16″ d'un jour à l'autre. Que ce soit à la vapeur d'eau déposée en quantités inégales sur les glaces du prisme, que l'on doive attribuer ces irrégularités, comme les auteurs le supposent, ou que ce soit à toute autre cause, il n'en est pas moins certain que la grandeur de la déviation peut varier avec le temps : or, dans notre procédé, il suffit de quelques minutes pour prendre toutes les mesures ; et dans cet intervalle, toutes les variations possibles sont de peu d'importance. Avec un grossissement convenable, on pourrait rendre sensible sur la coïncidence des fils avec la mire une différence de moins d'un quart de millimètre dans l'élasticité du plus grand nombre des gaz : comme on mesure facilement une colonne de mercure, à un dixième de millimètre près, on voit donc que les erreurs seraient au-dessous de $\frac{1}{2000}$ de l'effet total. Je regarde cette précision comme étant au moins dix fois plus grande que celle que comporte l'emploi du cercle répétiteur. Mais il serait inutile de porter l'approximation aussi loin dans le genre de recherches qui nous occupe. Comme on ne peut répondre, la plupart du temps, de la pureté du gaz, à moins de $\frac{1}{200}$ près, je n'ai pas cru devoir changer le grossissement que possédait la lunette dont je me suis servi, et qui avait été construite pour un autre usage, puisqu'il suffisait pour apprécier une différence d'un millimètre dans l'élasticité de l'air ; ce qui correspond à $\frac{1}{700}$ environ de l'effet total.

J'ai dit plus haut que le principe sur lequel repose le procédé que je viens de décrire, serait vérifié. Pour cela, il suffit d'observer la puissance réfractive d'un mélange de deux gaz dont les proportions sont connues, et de comparer le résultat avec celui que l'on trouve par le calcul, en supposant que l'effet de chacun des élémens du mélange reste proportionnel à son élasticité. Si le calcul et l'observation s'accordent, on peut en conclure que le principe est exact; et c'est en effet ce qui a lieu. En voici quelques exemples :

Mélange de gaz acide carbonique et d'air. Température = 23°.	ac. carb. 730,5	— 25,88
	air atm. 2092.	— 74,12
		100.

La déviation était la même lorsque les forces élastiques se trouvaient :

Pour l'air $0^m,5757$;
Pour le mélange $0^m,5054$.

D'après cette observation, le rapport des accroissemens de vitesse dans le mélange et dans l'air serait comme 1,136 est à 1. La valeur de la puissance réfractive de l'acide carbonique = 1,526 conduit exactement au même résultat.

Mélange d'hydrogène et d'acide carbonique à parties égales. Température 21°.

Elasticité de l'air $= 0^m,7580 - 0^m,2254 = 0^m,5326$;
Elasticité du mélange $= 0^m,7580 - 0^m,2263 = 0^m,5317$;
Puissance réfractive d'après l'observation = 1,0017;
Idem d'après le calcul (1)..... 0,999.

(1) *Voy.* la *Table des Puissances réfractives*, p. 166.

L'air atmosphérique possède aussi un pouvoir de réfraction égal à celui que l'on déduit des pouvoirs de ses élémens.

Sous la même élasticité, les puissances réfractives des trois principes constituans de l'air sont ainsi qu'il suit :

Oxigène	= 0,924 ;
Azote	= 1,02 ;
Acide carbonique	= 1,526.

En admettant 0,21 d'oxigène et 0,79 d'azote, la puissance réfractive de l'air serait = 0,99984 : si l'on y ajoute 0,00026 pour l'excès de puissance réfractive due aux 0,0005 d'acide carbonique qui s'y trouvent, il vient 1,0001 pour le pouvoir de l'air déduit de ses élémens (1).

Ces exemples, auxquels je pourrais joindre quelques autres résultats analogues obtenus avec des mélanges différant soit par la nature des élémens, soit par leurs proportions, suffisent pour établir le principe en ques-

---

(1) La plupart des chimistes considèrent les élémens de l'air comme simplement mélangés. Il n'existe en effet aucune preuve qu'ils soient combinés. Cependant le Dr Prout (*) est parti de la supposition d'une combinaison et du rapport simple des proportions en volume qui en serait la conséquence nécessaire, pour déterminer les densités de l'oxigène et de l'azote qui servent de base à son système sur les pesanteurs spécifiques des corps simples. On verra bientôt que si les principes de l'air formaient une combinaison, ce serait la seule où le pouvoir réfringent serait égal à la somme de ceux des élémens.

(*) *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. 1, p. 411.

tion, du moins quant aux fluides élastiques permanens. Lorsque les vapeurs sont assez éloignées du *maximum* de densité que comporte chaque température, elles jouissent de la même propriété que les gaz permanens ; mais je me suis assuré que, près de ce *maximum*, la puissance réfractive augmente dans un rapport sensiblement plus grand que celui des densités : c'est ce que l'on pourra voir dans le tableau suivant.

Toutes les observations ayant été conduites de la même manière, il serait inutile d'entrer dans le détail de chacune en particulier. Je me contenterai donc de rapporter les résultats tout calculés.

Le tableau ci-dessous renferme les rapports des puissances de réfraction de 22 gaz sous la même force élastique. Des observations faites de 8° à 32° sur les mêmes fluides m'ont donné exactement les mêmes valeurs. En sorte que la température, du moins entre ces limites, ne paraît exercer aucune influence sur ces rapports.

Puissances refractives des gaz à la même température et sous la même pression, celle de l'air étant prise pour unité.

Noms des Gaz.	Puiss. réfract.	Densité.
Air atmosphérique.....	1	
Oxigène.....	0,924	1,1026
Hydrogène.....	0,470	0,0685
Azote.....	1,020	0,976
Chlore.....	2,623	2,47
Oxide d'azote.....	1,710	1,527
Gaz nitreux.....	1,03	1,039
Acide hyrochlorique.....	1,527	1,254
Oxide de carbone.....	1,157	0,972
Acide carbonique.....	1,526	1,524

Noms des Gaz.	Puiss. réfract.	Densité.
Cyanogène.....	2,832	1,818
Gaz oléfiant.....	2,302	0,980
Gaz des marais.....	1,504	0,559
Ether muriatique.....	3,72	2,234
Acide hydrocyanique.....	1,531	0,944
Ammoniaque.....	1,309	0,591
Oxi-chloro-carbonique.....	3,936	3,442
Hydrogène sulfuré.....	2,187	1,178
Acide sulfureux.....	2,260	2,247
Ether sulfurique.....	5,197	2,580
Soufre carburé.....	5,110	2,644
Hyd. phosphoré au *min*...	2,682	1,256.

Les vapeurs d'éther muriatique, d'éther sulfurique, de soufre carburé ont été prises à un degré de densité deux ou trois fois moindre que celui qui correspondait au *maximum* relatif à chaque observation. Les nombres contenus dans la table précédente sont donc comparables à ceux des gaz permanens. En prenant ces mêmes vapeurs à leur *maximum* de densité, j'ai trouvé leurs puissances réfractives comme il suit :

Ether muriatique = 3,87 ;
Soufre carburé = 5,198 ;
Ether sulfurique = 5,290.

Les plus grandes erreurs qui puissent se glisser dans ce genre de détermination dépendent moins de l'exactitude du procédé optique que de la pureté des gaz. C'est surtout à cette dernière cause que j'attribue les différences que présentent les valeurs des pouvoirs réfringens déterminés par MM. Biot et Arago avec celles que j'ai trouvées par mes propres observations. Pour mettre à portée de juger si les nombres que j'ai obtenus sont affectés de quelque inexacti-

tude provenant de cette source, j'indiquerai sommairement ici les précautions que j'ai prises pour me procurer les gaz sur lesquels j'ai opéré. Ils ont tous été desséchés par le muriate de chaux ou la chaux.

Oxigène. Du chlorate de potasse préalablement fondu; le gaz passait à travers une lessive de potasse et dans un tube contenant des fragmens de potasse humide.

Azote. De l'air atmosphérique par la combustion vive, puis lente, du phosphore; le gaz lavé successivement avec une dissolution de chlore et une lessive de potasse.

Le gaz azote retiré de la décomposition du gaz nitreux par le cuivre rouge a précisément la même puissance réfractive; ce qui est peut-être la seule preuve que l'on ait jusqu'à présent de l'identité du radical de l'acide nitrique avec le gaz qui reste lorsqu'on a absorbé l'oxigène et l'acide carbonique de l'air.

Hydrogène. Par le zinc du commerce et l'acide sulfurique exempt d'acide nitrique. Le gaz lavé dans une forte lessive de potasse passait dans un tube rempli de fragmens de cet alcali humecté; il était sans odeur.

Chlore. De l'oxide de manganèse exempt d'acide carbonique; le gaz traversait une longue colonne d'eau.

Acide carbonique. Du marbre blanc par l'acide nitrique. Le gaz traversait un long tube de carbonate de soude cristallisé et concassé.

Oxide d'azote. De la décomposition du nitrate d'ammoniaque par une douce chaleur. Le gaz passait successivement dans une dissolution de potasse et dans l'acide sulfurique.

Gaz nitreux. Du nitrite de potasse obtenu par la calcination du nitre et décomposé par l'acide nitrique. Le gaz passait dans un flacon rempli d'eau et sur de la potasse humide.

Ammoniaque. De l'ammoniaque liquide très-pure.

Acide hydrochlorique. De l'acide liquide très-pur.

Oxide de carbone. Du mélange de marbre blanc et de fer. Tous deux calcinés préalablement ; on a tenu compte de l'hydrogène qu'il contenait.

Cyanogène. Du cyanure neutre de mercure desséché avec soin. Le gaz est resté en contact pendant trois jours avec de l'oxide rouge de mercure, et l'on a déterminé la proportion d'azote qu'il contenait.

Gaz oléfiant par le procédé ordinaire de M. de Saussure. Privé, par la potasse et l'eau, de l'acide carbonique, de l'acide sulfureux et de l'éther.

Gaz des marais. Recueilli dans la rivière de Bièvre. Il contenait un dixième environ d'hydrogène sulfuré et d'acide carbonique ; mais il n'éprouvait pas de diminution sensible par le phosphore, et ne contenait que 2,8 pour cent d'azote, dont on a tenu compte. Il absorbait sensiblement deux fois son volume d'oxigène, et donnait son volume d'acide carbonique, conformément à la composition que la plupart des chimistes ont admise jusqu'ici pour ce gaz. Je note ce résultat, parce qu'un chimiste distingué, M. Brandes, a dernièrement jeté des doutes sur l'existence de ce composé (1).

Ether muriatique, préparé avec soin par le procédé de M. Thenard et parfaitement dépouillé d'alcool.

Acide hyd. cyanique. Par le procédé de M. Gay-Lussac. Avec toutes les précautions nécessaires pour le débarrasser d'eau et d'acide muriatique.

Gaz oxi-chloro-carbonique. Par le procédé de Mr J. Davy. On a tenu compte de l'acide hydrochlorique provenant de l'hydrogène que contenait l'oxide de carbone.

Acide sulfureux. Par le mercure et l'acide sulfurique exempt d'acide nitrique. Le gaz lavé.

---

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XVIII, p. 71.

Hydrogène sulfuré du sulfure d'antimoine par l'acide hydrochlorique. Le gaz lavé.

Ether sulfurique. Ebullition à 35°.

Hydrogène phosphoré. De l'acide phosphatique par la chaleur.

Les rapports inscrits dans le tableau précédent sont indépendans de toute hypothèse sur la nature de la lumière. En admettant le système de l'émission, ces nombres exprimeront les rapports des accroissemens de vitesse de la lumière, lorsqu'elle traverse chacun des fluides élastiques correspondans ; l'unité commune, étant l'accroissement de vitesse dans l'air, à force élastique égale: or, d'après les observations astronomiques de Delambre et les mesures directes de MM. Biot et Arago, qui s'accordent parfaitement avec elles, l'augmentation de vitesse de la lumière dans l'air à 0° et à 0^{m},76 est de 0,000294 de la vitesse dans le vide ; en multipliant ce nombre successivement par tous les rapports dont il vient d'être question, on aura les accroissemens absolus de vitesse dans chacun des fluides élastiques supposés à a même température et à la même pression ; et en y ajoutant la vitesse dans le vide, c'est-à-dire, l'unité, ces nombres deviendront les indices de réfraction, ou es rapports des sinus d'incidence et de réfraction pour le passage de la lumière du vide dans ces divers fluides élastiques; enfin, connaissant la valeur de l'indice de réfraction, on en déduira, par la formule ordinaire (1),

---

(1) On sait que, dans cette théorie, $2\delta k^2$ représentant la valeur totale de l'intégrale des actions qu'un corps a exercées sur la lumière, lorsqu'elle a pénétré dans l'intérieur jusqu'à

les puissances réfractives qui, divisées par les densités correspondantes, deviendront l'expression des pouvoirs réfringens tels qu'ils sont définis dans la théorie de Newton.

Si l'on adopte l'hypothèse des ondulations, il n'y aura de changé que les valeurs absolues des vitesses de la lumière dans l'air et dans les autres gaz. La détermination et la grandeur des indices de réfraction resteront les mêmes. La puissance réfractive et le pouvoir réfringent n'ont plus aucun sens dans cette théorie ; mais les valeurs de la première représenteraient les accroissemens de densité de l'éther contenu dans chaque gaz, si l'on supposait que l'inégalité des vitesses de propagation des ondes tient seulement à une différence de densité de ce milieu. Le tableau suivant présente les résultats de ces calculs.

---

une profondeur sensible, on a pour l'expression de la puissance réfractive $2\delta k^2 = v^2 - u^2 = (l^2 - 1)u^2$ ou simplement $l^2 - 1$, v étant la vitesse de la lumière dans le corps dont la densité est δ, u la vitesse dans le vide, et l l'indice de réfraction. Le pouvoir réfringent $2u^2 = \frac{l^2 - 1}{\delta}$.

Indices de réfraction et puissances réfractives des gaz à 0 et 0m,76.

Noms des gaz.	Valeur de $l = \frac{\sin. i}{\sin. r}$.	Puiss. réfract. ou $l^2 - 1$.	Puiss. réfract., d'après Biot et Arago.
Air atmosphérique.	1,000294	0,000589	0,000589
Oxigène.....	1,000272	0,000544	0,000560
Hydrogène.....	1,000138	0,000277	0,000285
Azote.....	1,000300	0,000601	0,000590
Ammoniaque.....	1,000385	0,000771	0,000762
Acide carbonique..	1,000449	0,000899	0,000899
Chlore.....	1,000772	0,001545	
Acide hydrochlor..	1,000449	0,000899	0,000879.
Oxide d'azote.....	1,000503	0,001007	
Gaz nitreux.....	1,000303	0,000606	
Oxide de carbone..	1,000340	0,000681	
Cyanogène.....	1,000834	0,001668	
Gaz oléfiant.....	1,000678	0,001356	
Gaz des marais....	1,000443	0,000886	
Ether muriatique..	1,001095	0,002191	
Acide hydrocyaniq.	1,000451	0,000903	
Oxi-chloro-carb...	1,001159	0,002318	
Acide sulfureux...	1,000665	0,001331	
Hydrogène sulfuré.	1,000644	0,001288	
Ether sulfurique...	1,00153	0,003061	
Soufre carburé....	1,00150	0,00301	
Hyd. proto-phosph.	1,000789	0,001579	

Les puissances réfractives des gaz réputés simples ne paraissent avoir aucun rapport avec leurs densités. La puissance du gaz hydrogène est, à la vérité, presque exactement la moitié de celle du gaz oxigène; mais les nombreuses observations que j'ai faites sur ces deux gaz en particulier, les soins que j'ai pris pour les dépouiller des substances étrangères qui auraient pu altérer le vrai rapport de leurs puissances réfractives, m'ont convaincu que sa valeur différait très-sensible-

ment de $\frac{1}{2}$. D'ailleurs, les nombres relatifs à l'azote et au chlore ne permettent plus de penser à un pareil rapprochement.

En comparant entre eux les gaz composés, on n'aperçoit non plus aucune dépendance entre leur densité et leur puissance de réfraction. Ainsi le gaz oléfiant et l'oxide de carbone ont à-peu-près la même densité; le pouvoir du premier est presque double de celui du deuxième.

La densité de la vapeur d'éther muriatique est un peu plus faible que celle de l'acide sulfureux, et son pouvoir de réfraction est supérieur à celui de l'acide sulfureux de plus des $\frac{3}{5}$ de celui-ci.

La vapeur d'éther sulfurique a une densité très-peu supérieure à celle du chlore; sa puissance réfractive est double.

Les pouvoirs de l'acide hydrocyanique et de l'acide carbonique sont sensiblement les mêmes, et la densité du dernier est des $\frac{2}{3}$ plus forte que celle du premier.

En jetant les yeux sur le tableau précédent, on pourra faire beaucoup d'autres rapprochemens qui conduiront à la même conséquence.

Tous les physiciens savaient depuis long-temps qu'en comparant des corps solides et liquides de nature différente, la réfraction ne variait pas proportionnellement à la densité, et l'on en concluait que chaque corps exerçait sur la lumière une action dépendante de sa nature propre. Mais la diversité des capacités pour la chaleur, rapportée à l'unité de masse, avait conduit à une conséquence analogue relativement aux attractions que l'on admettait entre les corps et la matière de la chaleur;

toutefois, puisqu'en calculant les capacités de chaque molécule en particulier, on a trouvé qu'elles étaient égales, ou dans des rapports simples, il n'aurait pas été surprenant que la même idée, appliquée aux pouvoirs réfringens, eût fait découvrir des rapports très-simples là où l'on n'avait aperçu aucune relation.

Or, si une loi analogue existait réellement, elle se manifesterait dans les nombres mêmes du tableau précédent; car les gaz ayant été observés à la même température et sous la même pression, c'est-à-dire, dans des circonstances où leurs particules sont à la même distance, les inégalités que l'on remarque dans leurs pouvoirs réfringens ne peuvent tenir qu'à l'inégalité des effets de chacune des molécules considérée individuellement.

Il reste à examiner s'il existe quelque relation appréciable entre le pouvoir réfringent des composés et ceux de leurs élémens. C'est surtout vers ce but que toutes mes tentatives ont été dirigées.

Dans le travail plusieurs fois cité de MM. Biot et Arago, on trouve déjà plusieurs exemples de ce genre de comparaison; mais, à l'époque où ils l'ont publié, l'analyse chimique était loin d'avoir atteint le degré de précision que l'on y a porté depuis. D'ailleurs, le nombre des fluides élastiques qu'ils ont soumis à l'observation ne leur permettait pas de suivre bien loin cette idée.

Il n'y a même qu'une seule combinaison, l'ammoniaque, qui, formée de deux élémens gazeux et susceptible elle-même d'être observée sous cette forme, pût conduire à quelque épreuve concluante. Les auteurs trouvent que le pouvoir de ce composé est la somme de ceux

de ses élémens. Ce résultat tient à ce qu'ils ont employé dans leur calcul des proportions erronées ; car, en partant des données beaucoup plus exactes que l'on possède aujourd'hui, et faisant usage de leurs déterminations des puissances réfractives de l'hydrogène et de l'azote, les erreurs dont elles sont affectées se compensent et donnent, tout aussi-bien que les nouvelles valeurs consignées dans ce Mémoire, un pouvoir réfringent moindre d'un douzième environ, que celui qui appartient réellement à l'ammoniaque.

L'inexactitude des proportions de tous les autres composés auxquels les auteurs appliquent le même calcul, n'affecte pas moins les résultats définitifs.

Aussi, en employant les proportions beaucoup plus exactes que l'analyse chimique a fait connaitre depuis, je trouve pour l'huile d'olive, la gomme arabique, l'alcool, des différences de $\frac{1}{7}$ à $\frac{1}{3}$ entre le calcul et l'observation.

Toutefois MM. Arago et Petit ayant prouvé que les changemens d'état entraînent des variations considérables dans les pouvoirs réfringens, il ne serait pas étonnant de trouver autant de discordance entre les effets des élémens à l'état gazeux et ceux des mêmes substances à l'état solide ou liquide. Mais si l'on ne comparait que les composés gazeux avec leurs élémens pris dans le même état, le pouvoir du composé serait-il égal à la somme de ceux des élémens ?

Pour résoudre cette question, il serait inutile de calculer les pouvoirs réfringens dans le sens rigoureux que l'on donne à cette expression. En effet, pour appliquer la formule aux combinaisons, il faut multi-

plier les proportions en poids par les pouvoirs réfringens respectifs ; et comme l'expression de ceux-ci renferme au dénominateur la densité, cet élément doit disparaître. Il suffit donc de prendre les puissances réfractives à forces élastiques égales, et de tenir compte des proportions en volume et de la condensation apparente. Les résultats de ce calcul et les nombres correspondans fournis par l'observation directe sont compris dans le tableau suivant :

Puissances réfractives des fluides élastiques composés.

La puissance réfractive de l'air = 1.

Noms des gaz.	Puiss. réfract. observée.	Puiss. réfract. calculée.	Excès de l'observat. sur le calcul.
Ammoniaque.....	1,309	1,216	+ 0,093
Oxide d'azote.....	1,710	1,482	+ 0,228
Gaz nitreux.....	1,030	0,972	+ 0,058
Eau (1).....	1	0,933	+ 0,067
Gaz chloro-oxi-carb.	3,936	3,784	+ 0,0152
Ether muriatique...	3,72	3,829	— 0,099
Acide hydrocyaniq..	1,521	1,651	— 0,130
Acide carbonique...	1,526	1,629	— 0,093
Acide hydrochloriq.	1,527	1,547	— 0,020.

(1) Je n'ai fait aucune observation directe sur la vapeur d'eau. On savait déjà, par les observations de MM. Biot et Arago, que la puissance réfractive de cette vapeur ne diffère pas sensiblement de celle de l'air : M. Arago a reconnu depuis, par un procédé particulier, que la première est inférieure à la deuxième, mais d'une quantité trop petite pour détruire la différence que l'on remarque entre le calcul et l'observation.

On peut voir par ce tableau, que, pour aucune combinaison gazeuse dont les élémens peuvent exister séparément à l'état de fluide élastique, le pouvoir réfringent n'est égal à la somme de ceux des élémens.

Sur neuf exemples que je rapporte, il y en a cinq pour lesquels l'observation l'emporte sur le calcul, et quatre où c'est le contraire.

M. Avogadro, de l'Académie de Turin, a recherché, par une longue suite de travaux purement spéculatifs, une relation entre les pouvoirs réfringens des gaz et leur chaleur spécifique (1). Il attribue les inégalités que l'on observe dans les capacités des fluides élastiques pour la chaleur, à leur affinité plus ou moins grande pour le calorique; et posant en principe, que l'affinité d'un composé est la somme des affinités de ses élémens, il cherche, par tâtonnement, à quelle puissance des chaleurs spécifiques il faudrait supposer que les affinités sont proportionnelles, pour que le principe en question fût vérifié. Il arrive à ce résultat, que les affinités du corps pour la chaleur sont comme les quarrés des chaleurs spécifiques : cette relation ne s'applique qu'aux fluides élastiques. Enfin, supposant encore qu'il existe une certaine dépendance entre les chaleurs spécifiques et les pouvoirs réfringens des gaz, il croit avoir reconnu, par d'autres essais, que les pouvoirs réfringens des gaz simples ou composés sont exactement représentés par la formule $P = pA + (1 - p)\sqrt{A}$; où P désigne le pou-

(1) *Memorie di Torino*, t. XXVIII et XXIX; *Biblioteca italiana*, décembre 1816 et janvier 1817; *Atti della Società di Modena*, t. XVIII et XIX.

voir réfringent, p un nombre constant, et A, ce qu'il appelle *le nombre affinitaire*, c'est-à-dire, qui représente l'intensité de la force attractive de chaque substance.

La méthode de calcul que l'auteur emploie pour parvenir à ses formules, n'est pas irréprochable; mais comme il s'est proposé seulement d'établir une loi empirique qui doit être comparée aux observations, il importe peu de savoir comment il a procédé pour la découvrir : l'essentiel est qu'elle représente fidèlement les phénomènes. J'ai donc appliqué la formule de M. Avogadro aux substances pour lesquelles il a donné les nombres affinitaires; j'en ai déduit la valeur des pouvoirs réfringens qu'elles devraient posséder d'après la théorie. Le tableau suivant montre les résultats du calcul rapprochés de ceux de l'observation :

Pouvoirs réfringens rapportés à l'air, et calculés d'après la formule de M. Avogadro.

	Pouv. réfr. obs.	Pouv. réfr. calc.
Chlore.....	1,074	1,0027
Oxide d'azote.....	1,136	0,990
Gaz nitreux.....	0,976	0,955
Gaz oléfiant.....	2,348	2,204
Cyanogène.....	1,557	1,169
Acide prussique....	1,621	1,414
Oxi-chloro-carb....	1,153	1,023
Gaz des marais.....	2,667	2,835
Ether sulfurique ...	2,051	2,071
Ether muriatique...	1,663	1,647.

A l'exception de l'éther sulfurique et de l'éther muriatique, pour lesquels il n'y a qu'une différence assez lé-

gère entre les nombres calculés et observés, on voit que la formule de M. Avogadro est bien éloignée de s'accorder avec l'expérience.

Si l'on cherche à découvrir dans les proportions de la combinaison, dans le mode particulier de condensation, la cause de cet accroissement ou de cette diminution du pouvoir réfringent que nous avons signalée plus haut, on n'aperçoit aucun caractère constant. Ainsi, dans le gaz nitreux, où les élémens sont à volumes égaux, sans condensation, on remarque un accroissement de plus de 6 centièmes; tandis que l'acide hydrochlorique, dans les mêmes conditions, montre une diminution de 1 c. $\frac{1}{4}$.

Le gaz oxi-chloro-carbonique et l'éther muriatique contiennent la même proportion de leurs élémens avec la même condensation. Cependant il y a une diminution de 2 centièmes à-peu-près pour le premier, et un accroissement de 5 centièmes pour le deuxième.

L'oxide d'azote et l'acide carbonique, ce dernier considéré comme formé d'oxide de carbone et d'oxigène, offrent une opposition plus frappante encore. Ce sont aussi les mêmes proportions et la même condensation; mais, dans le prémier, on observe une augmentation de $\frac{1}{7}$, et dans le deuxième une diminution de près de 1 centième.

Cherche-t-on à rattacher la cause de cette opposition aux quantités de chaleur plus ou moins grandes qui se développent pendant l'acte de la combinaison, on ne découvre aucune relation constante.

J'ai soumis à l'observation presque tous les corps qui réunissent les conditions convenables. Le nombre en est malheureusement très-petit; mais s'il était permis d'en tirer des inductions générales, on arriverait à cette loi :

que le pouvoir réfringent d'un composé binaire est plus grand que la somme de ceux de ses élémens, lorsque ce composé est neutre ou alcalin, et que le contraire aurait lieu lorsqu'il manifeste la propriété acide. L'éther muriatique, que l'on peut regarder comme neutre, et le gaz chlor-oxi-carbonique, qui est décidément acide, paraîtraient contrarier cette loi; mais il faut remarquer que ces combinaisons sont formées de trois élémens primitifs, qui sont très-probablement réunis en deux combinaisons binaires ayant un élément commun : or, ce sont ces composés binaires, élémens immédiats des combinaisons en question, qu'il faudrait pouvoir comparer avec elles.

Il résulte donc de ces recherches, que les capacités des corps pour la chaleur et les pouvoirs réfringens n'appartiennent pas, comme on l'avait cru, à un même ordre de causes. Les capacités ont une relation évidente avec les masses des molécules; les pouvoirs réfringens paraissent en être complètement indépendans.

Il n'existe aucun rapport simple entre les puissances réfractives des substances élémentaires ou composées, lors même que l'on observe ces propriétés dans les circonstances où les actions moléculaires devraient être plus facilement comparables, et où la forme et l'arrangement des particules ne peuvent plus exercer aucune influence.

L'inégalité des vitesses de la lumière dans les divers gaz, considérée à la même température et à la même pression, paraît dépendre de l'état électrique propre aux molécules de chaque espèce de matière. En raisonnant dans l'hypothèse des ondes qui semble mieux se concilier avec ces nouvelles idées, la vitesse de la lumière serait

d'autant plus retardée que les molécules seraient plus fortement positives.

J'ai essayé, mais sans succès, de vérifier cette conjecture par une expérience directe. J'ai fait passer successivement dans l'intérieur du prisme de verre qui a servi aux expériences précédemment décrites, un courant d'air, d'hydrogène et d'acide carbonique exposés immédiatement, avant leur introduction, au contact de conducteurs électrisés. Je n'ai pu apercevoir aucun changement appréciable dans le pouvoir réfringent de ces gaz; mais peut-être la quantité d'électricité artificielle qui s'attache, dans ce cas, aux molécules des fluides élastiques, est-elle incomparablement plus petite que celle qui constitue leurs atmosphères naturelles. Au surplus, quand on parviendrait à mettre hors de doute la conjecture que je hasarde ici, on ne pourrait encore expliquer les phénomènes que d'une manière vague; et, dans l'état actuel de la science, on n'entrevoit même aucun moyen de soumettre ce genre de causes à des mesures exactes, ni d'en découvrir les lois par le calcul.

Sur *la Classification des substances minérales.*

Par Mr F.-S. Beudant.

Les progrès importans que les applications de la chimie et de la physique ont fait faire, dans ces derniers temps, à la minéralogie, ont nécessité de grands changemens dans la manière de spécifier et de classer les

substances minérales. Les faits nombreux que nous avons acquis, nous ont mis à même de mieux connaître ces corps, de porter plus d'exactitude dans leur observation, de déterminer avec plus de certitude la valeur relative des grands caractères, et, par suite, de raisonner plus sûrement qu'on n'avait pu le faire encore sur la théorie de la classification. C'est à la faveur de ces faits que j'ai été conduit à établir une méthode nouvelle, fort éloignée sans doute de toutes celles qui avaient été publiées, mais qui m'a paru assez fondée dans les parties les plus importantes pour être mise au jour, malgré les imperfections qu'elle présentait en d'autres points (1). J'ai été assez heureux pour convaincre, sous les rapports que je regardais moi-même comme les mieux établis, un des hommes dont le suffrage m'était le plus précieux, celui dont les travaux ont le plus contribué à l'avancement moderne de la science. M. Berzelius, dans la nouvelle classification qu'il vient de proposer (2), a en effet adopté ma manière de voir dans les points qui renversent tous les anciens systèmes, et qui établissent, au contraire, celui que tôt ou tard on adoptera dans toutes les écoles.

Mais si je me trouve d'accord avec M. Berzelius dans des points très importans de la classification des minéraux, nous divergeons complètement dans d'autres : or, la cause de cette divergence ne tient pas ici aux difficultés de la science, qu'il serait permis d'envisager sous

---

(1) *Traité de Minéralogie.* Paris, 1824.

(2) *Annales de Chimie et de Physique.* Janv. 1826.

des points de vue différens ; elle remonte beaucoup plus haut, et tient aux principes généraux et fondamentaux, non-seulement de minéralogie, mais d'histoire naturelle générale, que chacun de nous a admis. L'adoption de l'un ou de l'autre principe n'étant point indifférente pour les progrès de la science, il devient nécessaire de comparer ici nos deux méthodes; je le dois d'autant plus que dans les réflexions que j'ai pu faire pour composer mon ouvrage, je suis arrivé à plusieurs des idées adoptées par M. Berzelius, et que j'ai cru devoir rejeter, soit définitivement, soit momentanément et en attendant de nouveaux renseignemens.

Le savant chimiste suédois, en examinant le système minéralogique que j'ai publié, a cru pouvoir prononcer qu'il était artificiel; d'où l'on doit conclure, sans doute, qu'il regarde celui qu'il propose, comme naturel : or, il est assez remarquable qu'au début même de l'auteur et sans autre examen, on puisse affirmer avec toute certitude qu'il s'éloigne complètement du but vers lequel il tendait. En effet, M. Berzelius admet un principe unique pour base de classification, et il est reconnu par tous les naturalistes, que c'est là le signe constant d'une classification purement artificielle. La classification naturelle est celle dans laquelle on prend à la fois tous les caractères en considération, en sorte que tous les groupes réunissent toujours ce qu'il y a de plus analogue par l'ensemble des propriétés. Il est clair que si l'on se borne à un principe unique déterminé *à priori*, les analogies ne peuvent être du même ordre ; les groupes sont d'autant plus artificiels qu'on a pris moins de caractères en considération pour les former.

Je ne veux pas entreprendre de démontrer ici ce qui vaut le mieux d'une classification naturelle ou d'une classification artificielle ; c'est une chose éclaircie depuis long-temps par les discussions des Linnéistes et des Jussieuistes, et l'on connaît précisément les avantages de l'une et de l'autre. Je me propose seulement de faire voir que mon système de minéralogie, malgré les imperfections que je reconnais, et que j'ai expressément annoncées, se rapproche beaucoup plus de la méthode naturelle, but vers lequel je tendais, que celui qui vient d'être proposé par M. Berzelius. Je tâcherai en même temps d'établir les principes qui doivent diriger dans l'établissement de cette méthode, et de faire voir les difficultés qui se présentent.

Pour procéder par ordre, je dois commencer par relever une assertion avancée par le savant chimiste suédois, et que je crois inexacte. Épouvanté de la faculté que possèdent certaines substances de se substituer les unes aux autres dans les combinaisons chimiques, sans que les caractères physiques des composés diffèrent sensiblement (ce qui n'est pas toujours rigoureusement vrai), il a cru voir *clairement* qu'on ne peut plus adopter la définition généralement reçue de l'espèce, savoir : *la réunion des corps formés des mêmes élémens réunis en mêmes proportions.* A la vérité, il ajoute que c'est dans le cas des substitutions isomorphes (1); mais c'est réellement dire pour toutes les substances minérales,

(1) On sait que l'isomorphisme n'est vrai que dans le cas des formes régulières de la géométrie, et qu'il y a seulement analogie pour les autres.

puisque déjà un grand nombre offrent de telles substitutions, et qu'il est probable qu'à la suite des temps il s'en présentera dans toutes. Je pense que s'il en était ainsi, il faudrait renoncer à l'étude de la minéralogie; car je crois avoir démontré, également d'une manière claire, en traitant, dans mon ouvrage, de la *Théorie de la classification*, qu'il ne peut exister d'autres définitions. Heureusement M. Berzelius lui-même ne tient pas tant à sa conclusion, qu'il n'admette encore ce même principe dans tout son ouvrage, ce qui prouve au moins que la difficulté est plus spécieuse que réelle.

Il me paraît que M. Berzelius n'a pas suffisamment éclairci ses idées à ce sujet. La difficulté n'est pas dans l'identité, ou plutôt l'analogie, de formes que certains oxides donnent à différens composés de même ordre, parce que les formes, en supposant même l'identité, n'ont plus aujourd'hui l'importance qu'on leur attribuait il y a quelques années. Elle se trouve dans la faculté que possèdent les oxides de même ordre d'oxidation et les divers composés, simples ou doubles, de même formule, qu'ils soient isomorphes ou non, de se réunir en toutes proportions pour former en quelque sorte des *métis*, qu'on me passe cette expression, dont la place dans la méthode peut, il est vrai, laisser quelquefois des incertitudes. Mais ces métis ne peuvent détruire la notion de l'espèce, comme M. Berzelius semble le croire; car, de ce qu'il existe des *mulâtres*, des *quarterons*, etc., personne n'imaginera que ce soit une raison pour qu'on ne puisse pas distinguer les races nègres et les races blanches; le

mulet et le *bardeau* ne peuvent empêcher de regarder l'âne et le cheval comme des espèces bien déterminées. Je pense qu'il en est de même en minéralogie, et que les mélanges, quelque variés qu'ils soient, n'empêcheront jamais de définir rigoureusement l'espèce. J'avoue que je ne comprends pas comment M. Berzelius a pu voir en général de si grandes difficultés, et surtout comment il a pu imaginer qu'on pourrait les résoudre par un changement dans la classification; car il est évident que tous les changemens imaginables n'y feront absolument rien. En effet, pour peu qu'on réfléchisse, on verra que la nécessité de changer l'ordre généralement admis en minéralogie, ne se manifeste que quand on cherche à réunir en genres les espèces qu'on a établies, ce qui par conséquent ne peut influer sur la notion de celles-ci. Qu'on prenne l'élément électro-positif ou l'élément électro-négatif pour base de la formation des genres, il n'en faudra pas moins avoir défini préalablement l'espèce, et avoir fixé définitivement les moyens de la retrouver dans les mélanges, même les plus compliqués.

Je crois donc qu'en bonne logique, on doit commencer par définir l'espèce, sauf à s'occuper des difficultés que peuvent présenter les métis. Or, dans la méthode naturelle, l'*espèce est la réunion des individus qui ont entre eux plus d'analogie qu'ils n'en ont avec tous les autres.* Il ne s'agit dès-lors que de savoir ce qu'on doit entendre par individus en minéralogie, c'est ce que j'ai établi dans mon Traité; et partant de là, et m'appuyant sur une discussion aussi approfondie qu'il m'a été possible, je suis arrivé à la définition que j'ai déjà citée, en faisant voir qu'on ne pouvait y rien ajouter.

Venons maintenant aux difficultés qui sont produites par les mélanges, c'est-à-dire, par les combinaisons en toutes proportions de différens composés de mêmes formules. M. Berzelius pense *que nos connaissances ne sont pas assez avancées pour les résoudre d'une manière satisfaisante;* mais je crois, au contraire, que nous avons tout ce qu'il faut pour cela, parce que la question la plus importante, celle à laquelle toutes les autres se rattachent, n'est pas une question de pure minéralogie, mais une question d'histoire naturelle générale. En effet, il s'agit d'abord de déterminer comment on placera les mélanges dans la méthode; or la règle à suivre ici est précisément celle qu'on doit adopter pour les métis dans les règnes organiques; il faut qu'ils se trouvent en appendice auprès de l'espèce avec laquelle ils ont le plus de rapport; ce qui signifie en minéralogie auprès de l'espèce dont les proportions dominent. Si les espèces mélangées se trouvent à-peu-près en même proportion, on sera libre de placer le mélange à côté de celles de ces espèces que l'on voudra; seulement il faudra que ce soit auprès d'une de celles qui ont été trouvées sensiblement pures dans la nature (1). Ce sont là les idées que j'ai établies dans mon Traité, et ce

---

(1) Cette dernière attention, que j'avais déjà indiquée, est d'autant plus nécessaire que, d'après des expériences que je viens de faire, il est probable que quelques-unes des combinaisons que l'on trouve ainsi mélangées ne se trouveront jamais isolées, parce qu'elles ne peuvent se faire, au moins suivant les moyens que nous possédons, qu'en présence de quelques-autres combinaisons de même formule.

qui est bien remarquable, ce sont celles mêmes que M. Berzelius adopte; mais comme il a confondu plusieurs sujets dans une même discussion, il n'a pu voir celui-ci isolément et s'en faire une idée claire. En effet, il annonce *un moyen* que l'on pourra *abandonner pour un meilleur lorsque la science aura fait de nouveaux progrès*, et ce moyen n'est autre chose que la règle que je viens d'établir, et dont il n'a pas fait mention : or, il me paraît incontestable que cette règle est un principe général, que tous les progrès de la science ne pourront changer. Ces progrès ne feront autre chose que de nous montrer, peut-être, que tel cas où nous avons cru voir espèce, ne présente que mélange, ou réciproquement; et ce qui est fort remarquable, cela n'arrivera que quand nous serons forcés de modifier les principes de la théorie atomistique, comme nous allons le voir, ou pour des cas où l'on se sera trop hâté de prononcer.

L'application de cette règle fait naître une question, qu'il est nécessaire de résoudre ; on sait que les combinaisons qui se font entre des composés de même formule, ont lieu tantôt en proportions définies, tantôt en toute proportion : or, on se demande comment on distinguera ces deux cas pour déterminer qu'il y a espèce, dans le premier, ou mélange, dans le second. Pour résoudre cette question, il faut seulement se rappeler ce que l'on entend aujourd'hui par proportions définies; ce sont, pour les substances naturelles, les proportions qui se présentent constamment dans un assez grand nombre d'analyses faites sur des échantillons de localités diverses, et qui présentent des rapports simples, de 1 atome à 1, 2, 3, 4, etc., plus rarement de 2 atomes

à 3, et de 3 à 4, etc. Toutes les fois donc qu'on n'observera pas cette constance et cette simplicité de rapports, on sera autorisé à regarder la combinaison comme du genre de celles que je nomme *mélanges*, à moins qu'on ne soit conduit à renoncer aux principes de la théorie atomistique (1).

Partant de ces réflexions, les analyses suivantes ne peuvent présenter aucune difficulté.

Acide carbonique.....	42,09;
Chaux.....	40,10;
Bi-oxide de fer.....	14,13;
Bi-oxide de manganèse.	3,67.
	99,99.

Acide carbonique.....	38,96;
Bi-oxide de fer.....	38,48;
Bi-oxide de manganèse.	15,36;
Chaux.....	7,20.
	100,00.

En effet, en combinant l'acide avec les différentes bases pour former des carbonates de la formule $\ddot{R}\ddot{C}^2$, $\ddot{R}$ représentant la base, on trouve, pour la première analyse :

Carbonate de chaux.....	71,12;
Carbonate de bi-oxide de fer.....	22,99;
Carbonate de bi-oxide de manganèse.	5,88.
	99,99.

(1) D'après ces observations, je pourrais faire voir qu'il y a plusieurs espèces fort douteuses dans le tableau de M. Berzelius.

Et pour la seconde,

Carbonate de bi-oxide de fer	62,60 ;
Carbonate de bi-oxide de manganèse.	24,64 ;
Carbonate de chaux..... ..	12,76.
	100,00.

Si l'on fait ce calcul par atome, on trouve pour la première analyse environ 14 atomes de carbonate de chaux, 4 de carbonate de fer, 1 de carbonate de manganèse; les nombres 14, 4 et 1 n'entrant pas dans la limite des proportions définies, le corps analysé n'est qu'un mélange qui trouve naturellement sa place après le carbonate de chaux, comme carbonate de chaux ferrugineux et manganésien.

La seconde analyse présente environ 13 atomes de carbonate de fer, 5 de carbonate de manganèse, 3 de carbonate de chaux, nombres qui se trouvent encore hors des limites des proportions définies; d'où il résulte que le composé est un mélange qui trouve naturellement sa place auprès du carbonate de fer, comme carbonate de fer manganésien calcifère. Il ne peut rester ici aucune incertitude, d'autant mieux qu'il existe une multitude d'autres analyses qui montrent des mélanges semblables dans toutes les proportions imaginables.

Il n'en sera pas tout-à-fait de même dans l'analyse suivante que j'ai faite dernièrement, et par laquelle j'ai trouvé :

Acide carbonique.....	41,43 ;
Bi-oxide de manganèse.	22,80 ;
Chaux.....	35,77 ;
	100,00 ;

qui revient à

Carbonate de chaux.....	63,42 ;
Carbonate de manganèse.	36,58.
	100,00.

Or, en calculant en atomes, on voit que ce corps est sensiblement composé de 2 atomes de carbonate de chaux, avec 1 atome de carbonate de manganèse ; et comme ici les nombres se trouvent dans les limites des proportions définies, il pourrait se faire que ce fût un sel double de la formule $2\,\ddot{C}\,a\,\ddot{C}^2 + \ddot{M}\,a\,\ddot{C}^2$, qui serait accidentellement mélangé d'une très-petite quantité de carbonate de chaux; l'analyse donnerait :

Double carbonate de chaux et manganèse.	99,75 ;
Carbonate de chaux pur.....	0,25.
	00,00.

Mais on ne peut pas se prononcer sur un fait absolument isolé ; car c'est, je crois, la première fois qu'on trouve la réunion de ces deux corps sans indice de carbonate de fer : il est donc prudent d'attendre si d'autres analyses donneront les mêmes résultats ; ce n'est que la constance des proportions qui pourra ici lever l'incertitude. Mais qu'il arrive, par la suite, que l'on prononce d'une manière ou d'une autre sur ce fait, qu'on fasse de ce composé une espèce distincte, ou que l'on reconnaisse que c'est un mélange, un carbonate de chaux manganésien, il est évident qu'il n'en résultera rien pour la définition de l'espèce.

Je ferai remarquer maintenant que les exemples prin-

cipaux cités par M. Berzelius ne donnent lieu à aucune difficulté comparable à celle-ci ; ces exemples sont pris, pour la plupart, dans les sels doubles, dans des corps qu'on a mal-à-propos réunis entre eux sous les noms spécifiques de *grenat*, d'*amphibole*, de *pyroxène*, dont chacun offre aujourd'hui plusieurs espèces bien distinctes. Or, si on se donne la peine de calculer les analyses qui ont été faites, on reconnaît, dans l'ancien groupe grenat, plusieurs espèces distinctes, savoir : le grossulaire, l'almandin, la mélanite, une espèce à base de magnésie, une autre à base de manganèse (1). Toutes les analyses se rapportent à ces cinq espèces, à chacune desquelles se rattachent plusieurs mélanges ; il y a des grossulaires mélanitifères, almandinifères ; de l'almandin manganésifère (ou plutôt mélangé de grenat à base de manganèse) ; de la mélanite grossularifère, almandinifère, etc., etc., précisément comme il y a du carbonate de chaux ferrifère, manganésifère, magnésiefère (c'est-à-dire, renfermant des carbonates de fer, de manganèse, de magnésie), du carbonate de fer calcifère, manganésifère, etc.

On reconnaîtra de même dans le pyroxène 3 espèces, diopside, hedenbergite, jeffersonite, plus ou moins mélangées entre elles, et avec des matières étrangères. L'amphibole n'offre jusqu'à présent que les deux espèces, trémolite et actinote, mélangées entre elles et avec un

(1) Pour ne pas allonger ce Mémoire, je présenterai cette discussion dans un autre où je réunirai au travail de M. Vachmester plusieurs autres analyses de grenat et de mélange de cette substance avec les corps étrangers.

aluminate analogue, jusqu'ici mal connu. Dans aucun de ces corps on ne trouve le moindre doute à élever, et en général on ne trouve jamais de réunion de deux sels doubles qui présentent des rapports atomistiques assez simples ou assez constans pour qu'on puisse les soupçonner d'être des compositions définies.

Après avoir fixé l'espèce, un naturaliste doit nécessairement chercher à former des genres : or, dans la méthode naturelle, *le genre est la réunion des espèces qui ont entre elles plus d'analogie qu'elles n'en ont avec toutes les autres.* Mais qui peut déterminer l'analogie entre les espèces ? Il ne peut certainement y avoir autre chose qu'une communauté de principes; car, puisque les propriétés physiques ne sont pas suffisantes pour caractériser l'espèce, comme je crois l'avoir démontré dans mon Traité, on ne peut fonder la réunion des espèces en genres sur ces caractères; mais si l'on doit recourir à des caractères chimiques, il est clair qu'on ne peut comparer chimiquement que des corps qui renferment un même principe. Cela posé, on peut admettre pour base de réunion le principe minéralisé (élément électro-positif), comme on l'avait fait jusqu'à l'époque où j'ai publié mon Traité, ou bien le principe minéralisateur (élément électro-négatif). J'ai adopté cette dernière base parce qu'elle a l'avantage de faire réunir ce qu'il y a réellement de plus analogue par tous les caractères, comme l'exige le définition du genre naturel; on peut ajouter, et c'est ici seulement que cela convient, qu'elle donne une étonnante facilité pour ranger les mélanges. J'ai été assez heureux pour convaincre M. Berzelius, qui a en général adopté mes résultats; mais

il s'est arrêté sur une idée que j'avais eue moi-même, et que j'ai abandonnée, non pas comme fausse, mais comme prématurée, comme conduisant trop loin pour le moment, et jetant de la confusion dans la minéralogie actuelle, si l'on veut la suivre rigoureusement, comme cela devrait être. Je dois exposer ici les raisons que j'ai eues, et qui m'arrêtent encore aujourd'hui.

En voyant qu'il existe un assez grand nombre de silicates doubles qui ont exactement la même formule chimique, et qui d'ailleurs ont entre eux une très-grande analogie par les caractères extérieurs, on est nécessairement conduit à les classer l'un à côté de l'autre. Ainsi les substances que l'on a confondues long-temps sous le nom de *grenat* devront toujours être rapprochées, quelles que soient les distinctions spécifiques que l'on y pourra faire, d'après la nature des bi-oxides et tri-oxides isomorphes qui leur servent de bases. On sera de même conduit à rapprocher les espèces chimiques faites aux dépens des anciens pyroxènes, des amphiboles, des tourmalines, etc. En tout, il y a une douzaine d'anciennes espèces, aujourd'hui divisées en plusieurs autres de même formule, qui sont dans le même cas. Or, M. Berzelius est porté à regarder ces petits groupes comme autant de genres. J'avoue que peut-être on en reviendra à cette idée lorsque les espèces minérales seront plus nombreuses, mais je crois qu'aujourd'hui elle peut offrir des inconvéniens. En effet, comme il faut être conséquent, on devra considérer chaque formule de sel double comme un type de genre semblable, dans lequel il pourra à l'avenir exister plusieurs espèces différentes, isomorphes ou non. Il y a plus, comme l'analogie se

fait tout aussi-bien remarquer dans les sels simples, qui se partagent aussi en plusieurs groupes d'après les formules, que dans les sels doubles, il faudra encore faire autant de genres qu'on trouvera d'espèces de formules. Ainsi il faudra faire un genre des carbonates de la formule $\ddot{R}\ddot{C}^2$, $\ddot{R}$ exprimant la base bi-oxide quelconque; on en fera un autre de ceux de la formule $\ddot{R}\ddot{C}$, un troisième, un quatrième des mêmes carbonates hydratés, puis d'autres encore dans les carbonates doubles qui peuvent devenir très-nombreux.

Dans les sulfates, il se trouvera encore un bien plus grand nombre de divisions; et en examinant ainsi tous les groupes que j'ai nommés *genres*, on les diviserait presqu'à l'infini, et il n'y aurait presque plus que des genres, de sorte que la méthode minéralogique n'offrirait qu'un cadre à remplir. Sans doute c'est déjà un inconvénient; mais il en résulte encore un autre, car les substances qui ont entre elles le plus d'analogie, qui ne diffèrent que du plus au moins dans les proportions, se trouveraient nécessairement séparées, à moins qu'on n'admît le principe qu'en partie, comme M. Berzelius, ce qui serait une faute réelle.

Au reste, si l'on voulait adopter cette idée, que j'ai en quelque sorte réalisée en plaçant auprès l'une de l'autre les substances de même formule, et les indiquant comme groupes particuliers d'espèces, on ne changerait rien aux questions qui me restent à traiter; les genres que j'ai adoptés deviendraient des familles, les familles des ordres, par lesquelles on arriverait aux classes.

N'ayant pas cru devoir adopter aujourd'hui l'idée à

laquelle M. Berzelius s'est arrêté, j'ai dû donner le nom de *genre* à des groupes plus généraux, en réunissant les espèces par l'élément électro-négatif, le seul qui permette de grouper ensemble les substances qui ont réellement entre elles le plus d'analogies; j'ai dû former les genres sulfures, sulfates, arséniures, arséniates, carbures (1), carbonates, silicates, etc., qui sont tous admis par M. Berzelius, au moins comme divisions qu'il n'a pas dénommées. Je conviens qu'on est alors conduit tout naturellement à faire un genre oxide, même un genre hydrate, et ce ne sont que les considérations relatives aux familles qui me les ont fait abandonner. Au reste, il en est de même dans la méthode de M. Berzelius; car ce savant, qui a admis en général mes groupes génériques, qui m'a reproché de n'avoir pas fait le genre oxide, et semblait par-là annoncer qu'il le formait, n'a cependant rassemblé que quelques oxides, et a séparé tous les autres pour les placer à la tête de certains groupes, dans lesquels ils entrent comme élément électro-négatif.

Ayant réuni les espèces en genres, précisément comme M. Berzelius les réunit en groupes qu'il ne nomme pas, il faut tâcher de grouper les genres en familles, et pour former les familles, il faut, suivant le principe général des classifications naturelles, *rapprocher les genres qui*

---

(1) Comme, dans la recherche de la vérité, il faut avouer ses fautes comme on montre celles des autres, je crois devoir dire ici que j'ai fait une faute réelle contre mes principes, en rangeant les sulfures et carbures d'hydrogène dans la famille des hydrogénides, dont je les retire aujourd'hui pour les mettre à leur place.

ont entre eux le plus d'analogie : or, si pour la formation des espèces et des genres, on n'a pu employer les propriétés physiques, on pourra encore moins s'en servir pour l'établissement des familles; donc il faut recourir à des caractères chimiques, et ces caractères entraînent nécessairement un principe commun dans les genres, puisqu'il serait impossible de comparer chimiquement des corps qui seraient complètement différens par la nature de leurs élémens. C'est ici que M. Berzelius commence plus particulièrement à s'écarter de la méthode naturelle, parce qu'il veut toujours appliquer le principe unique qu'il a établi *à priori*, et qui ne peut en réalité servir que pour la formation des genres. Il veut que l'on réunisse les genres en familles par l'élément électro-négatif, tandis qu'il est évident qu'on ne peut plus ici, en aucune manière, préciser l'élément d'après lequel on réunira. En effet, supposons qu'on établisse *à priori* que l'on réunira les genres par l'élément électro-négatif, on reconnaîtra bientôt qu'il y a impossibilité ; car il ne peut exister deux genres de composés binaires, qui aient le même principe électro-négatif simple commun, puisque ces deux genres n'en feraient évidemment qu'un seul (1) ; il ne peut de même exister deux genres différens de sels qui aient le même acide. Il suit de là que tout ce que l'on pourra faire en partant de ce principe, sera de réunir certains

(1) A moins qu'il ne soit question de genres analogues à ceux qui ont été proposés par M. Berzelius, auquel cas la même difficulté se reproduirait dans les groupes supérieurs, c'est-à-dire, dans la réunion de familles en ordre.

composés auprès de l'élément qui joue en eux le rôle électro-négatif ; ainsi, on réunira les sulfures avec le soufre, les carbures avec le carbone, les arséniures avec l'arsenic, les antimoniures avec l'antimoine, les tellurures avec le tellure, les hydrargures avec le mercure, et les aurures avec l'or. Tous les genres de sels resteront nécessairement isolés, à moins qu'on ne les place à la suite de leurs acides, auquel cas il faudra démembrer le genre formé par les corps oxigénés simples que M. Berzelius me reproche de n'avoir pas établi. Or, ces genres isolés ne peuvent être mis en comparaison avec ceux qui se trouvent aujourd'hui dans le même cas, dans les règnes organiques ; ces derniers sont autant de centres autour desquels il peut s'en réunir beaucoup d'autres par la suite, tandis que ces genres minéralogiques seraient, de toute nécessité, éternellement isolés, puisqu'ils le seraient par le principe même : certes il y a là quelque chose de très-extraordinaire.

Si, pour éviter cette difficulté, on souscrit au démembrement du genre formé par les corps oxigénés, comme nous l'avons fait, M. Berzelius et moi, à la vérité, dans deux sens différens, on n'ira pas encore bien loin si l'on se borne au principe unique de réunir par l'élément électro-négatif. En effet, on ne formera jamais autre chose que des couples de genres ; car on ne pourra que réunir les sulfates avec l'acide sulfurique, les carbonates avec l'acide carbonique, les silicates avec la silice, etc. Mais est-ce bien à tous ces petits groupes binaires qu'on doit donner le nom de *familles?* je ne le pense pas, et je doute fort qu'aucun naturaliste habitué aux méthodes naturelles soit jamais disposé à les admettre. Personne,

en effet, ne pourra se figurer des familles qui jamais ne pourront s'étendre, quels que soient les progrès de la minéralogie; il y a là un caractère de division artificielle dont il n'existe aucun exemple dans les règnes organiques, où nous trouvons les modèles de classification naturelle.

Quoique M. Berzelius n'ait pas montré ces difficultés, il me paraît pourtant les avoir aperçues, et c'est peut-être pour les éviter qu'il a réuni en un même groupe tous les corps qui renferment de l'oxigène; c'est encore là une de ces combinaisons que j'avais imaginées, mais dans laquelle j'ai trouvé des difficultés d'une autre sorte. Je crois que c'est un mauvais subterfuge que de prendre ici l'oxigène pour base de réunion, sous le prétexte que c'est le corps électro-négatif; car cela n'est vrai que pour les oxides simples, et ne l'est plus pour les corps oxigénés, composés de plusieurs oxides; dans ceux-ci, c'est un des oxides qui est le principe électro-négatif, et non l'oxigène. Il résulte de là que le principe de réunion est inexact dans les idées mêmes de M. Berzelius, qui conduisent à diviser ce groupe en un grand nombre d'autres, et précisément à la réunion en couples dont nous avons parlé. Un tel groupe est donc plutôt une classe qu'une famille.

Il y a un autre inconvénient à adopter cette réunion de corps oxigénés; car il en résulte un groupe immense qui comprend à lui seul plus des trois quarts du règne minéral, et qui, selon toutes les probabilités, doit s'augmenter d'une manière effrayante par les nouvelles découvertes, et hors de proportion avec toutes les autres familles.

Nous avons supposé, avec M. Berzelius, que l'on prenait l'élément électro-négatif pour base de réunion des genres en familles ; mais si l'on imaginait de prendre, au contraire, l'élément électro-positif, on ne serait pas plus avancé. En effet, il faudrait d'abord changer les genres, ce qui serait absurde ; et lorsqu'on aurait fait ce changement, on retrouverait des difficultés plus grandes encore que dans le cas précédent ; car on n'aurait absolument que des genres isolés, impossibles à réunir en familles.

Il résulte évidemment de cette discussion, qu'on ne peut pas prendre un principe unique, déterminé *à priori*, pour base de réunion des genres en familles ; je crois pouvoir en conclure qu'on doit se borner à admettre pour base de réunion un principe chimique commun, sans spécifier qu'il soit électro-positif ou électro-négatif, et le prendre tel seulement qu'il y ait le plus d'analogie possible entre les genres qu'on réunit.

C'est par suite de ces réflexions, que j'ai établi les familles minérales que j'ai adoptées. Je ne crois pas pourtant qu'elles soient absolument naturelles, mais seulement le moins artificielles possible ; mais pour bien faire connaître jusqu'à quel point ces familles sont fondées, et comment elles deviennent nécessairement un peu artificielles, je crois devoir entrer dans quelques détails.

Après avoir, par exemple, réuni le soufre et les sulfures, groupe que M. Berzelius admet, il me semble qu'on doit chercher s'il n'existe pas quelque genre qu'on puisse placer auprès : or, le genre *sulfate* s'offre naturellement ; d'un côté, il présente un principe commun aux deux autres genres, et, par cela même,

un caractère chimique fort analogue, facile à saisir; d'un autre côté, les sulfates ont aussi de l'analogie avec les sulfures, en ce que chacun d'eux peut être considéré comme un sulfure oxidé. On peut remarquer aussi qu'il est impossible de trouver une autre place à ce genre; car on ne le mettra pas à côté des nitrates, des phosphates, des arséniates, dont les acides ont chacun 5 atomes d'oxigène; personne n'aura l'idée de comparer les sulfates aux titanates, tungstates, tantalates, molybdates, chromates; dès-lors il ne reste plus que les borates, carbonates, aluminates et silicates. Ce dernier est le seul genre qui puisse, avec quelque fondement, être mis en comparaison avec celui des sulfates, à cause de quelques sels doubles qui, à l'acide près, ont de part et d'autre les mêmes formules; mais chacun conviendra que c'est là une analogie bien éloignée, qui ne peut être mise en parallèle avec celle que nous avons établie entre les sulfates et les sulfures. D'ailleurs, quelque importance qu'on veuille attribuer à cette analogie, jamais elle ne conduira à réunir les deux genres en une même famille, puisque ce serait rentrer dans les difficultés que nous avons remarquées dans la méthode de M. Berzelius, et qu'il serait impossible de trouver entre ces deux genres un caractère commun, tant soit peu saillant.

D'après ces considérations, on doit mettre le genre sulfate à la suite des sulfures, ce qui nécessite le rapprochement de l'acide sulfurique, et par suite de l'acide sulfureux. Cette réunion de toutes les substances qui renferment du soufre, et où ce corps est tantôt électronégatif, tantôt électro-positif, ne présente pas l'inconvénient que j'ai fait remarquer dans la réunion de tous

les corps oxigénés, et le groupe peut être assez nettement caractérisé pour qu'on ne puisse jamais errer dans l'application du caractère, à la reconnaissance des corps qui lui appartient. En faisant les mêmes essais, et discutant les analogies de la même manière, on reconnaît que le carbone, les carbures, l'acide carbonique, les carbonates vont parfaitement ensemble; qu'il en est de même de l'arsenic, des arséniures, de l'acide arsénieux, des arsénites et arséniates, etc., etc. Le seul inconvénient de ces sortes de réunions est le démembrement du genre formé par les corps oxidés, qui est en quelque sorte forcé, et qui, une fois commencé, paraît devoir être continué, puisqu'il serait ridicule de laisser subsister un reste de genre. C'est, sans aucun doute, un résultat fâcheux; mais en voulant l'éviter, on tombe dans un inconvénient plus grand encore; car si l'on veut se conduire d'une manière conséquente, on est inévitablement entraîné dans la méthode la plus artificielle qu'il soit possible d'imaginer. En effet, il n'y a pas d'autre parti à prendre que de former un groupe de corps simples, un groupe de composés non oxigénés, un groupe de corps oxidés simples, et un groupe de sels comprenant les hydrates. Or, non-seulement ces groupes ne seront jamais regardés comme naturels, mais encore, si la nécessité forçait de les admettre, il serait impossible de les caractériser d'une manière générale.

Etant ainsi conduit à classer les oxides dans des familles fondées sur leur élément électro-positif, on doit y joindre nécessairement les hydr-oxides, qui ont chacun plus d'affinité avec les oxides dont ils sont composés qu'ils n'en ont entre eux. Je ferai observer, à l'ap-

pui de cette manière d'agir, que si l'on réunit ces composés en un genre hydrate, il faudra de toute nécessité y placer les sels hydratés; mais alors ces sels se trouveront séparés des mêmes sels à l'état sec avec lesquels cependant ils ont certainement plus d'analogie qu'ils n'en ont entre eux. Cet inconvénient me paraît assez grave pour empêcher d'établir le genre hydrate.

On voit que, dans ces modes de réunion, il existe de grandes difficultés; mais qu'on ne croie pas que les deux principales que je viens de signaler tiennent à l'état actuel de la science, ou à ce qu'on n'a pas encore trouvé la véritable manière de l'envisager; elles ont toute autre cause, et quels que soient les progrès de la minéralogie, quelles que soient les considérations auxquelles on puisse se livrer, elles ne disparaîtront que pour être remplacées par d'autres. Elles tiennent aux nombreux rapports que les espèces des genres oxides et hydrates ont, par elles-mêmes, avec différens genres, et à la nécessité de faire des séries linéaires qui sont toujours artificielles. Si, au lieu de former des groupes familles, on réunissait les espèces entre elles de manière à former des tableaux ramifiés, toutes les difficultés disparaîtraient : on verrait déjà disparaître celles dont nous nous occupons, si l'on pouvait disposer les genres entre eux, comme dans le tableau suivant, en détaillant les genres oxides et hydrates, tandis qu'on ne ferait que citer les autres.

GENRES ou espèces de corps simples.	GENRE oxigénides.	GENRE HYDRATES.	GENRES DE SELS.	GENRES de composés non oxigénés.
	Alumine.	Hydrate d'alumine et d'aluminat.	Aluminates.	
Antimoine.	Oxid. d'antim.	Hyd. d'ox. d'ant.	.....	Antimoniures.
Argent.				
Arsenic.	Acid. arsénieux	.....	Arsenites	Arséniures.
Bismuth.	Oxide de bism.	Hydrat. d'arséniat.	Arséniates.	
Carbone.	Acide carbon.	Hyd. d'acid. boriq. Hyd. de carbonat.	Borates. Borosilicates. Carbonates	Carbures.
				Chlorures, hydrochlorates.
	Ox. de chrôme.	.....	Chromites et chromates.	
	Ox. de cobalt.			
Cuivre.	Oxides de cuiv.			
	Eau.			
	Oxide d'étain.			
Fer.....	Oxides de fer.	Hyd. oxide de fer.	Ferrates.	
	Magnésie.	Hyd. de magnésie.		Iodures.
	Oxid. de mang.	Hydrox. de mang.	Manganates.	
Mercure.	.....	.....	.....	Hydrargures.
	Acide molybd.	.....	Molybdates.	
	Air atmosphér.	Hyd. de nitrates.	Nitrates.	
Or.....	.....	.....	.....	Aurures.
Palladium.				Osmiures.
Platine.		Hyd. de phosphat.	Phosphates.	
			Phtorosilicates.	Phtorures.
Plomb ?	Ox. de plomb.			Séléniures.
	Silice.....	Hydrate de silice et de silicates.	Silicates.	
Soufre....	.....	.....	.....	Sulfures.
	Ac. sulfureux.			
	Ac. sulfurique.	Hydr. de sulfates.	Sulfates.	
	Oxi-sulfures.			
			Tantalates.	
Tellure...	.....	.....	.....	Tellurures.
	Oxid. de titane.	.....	Titanates.	
	Oxide d'urane.	Hydrate d'urane.		
			Tungstates.	
	Oxide de zinc.			

Pour bien saisir les rapports indiqués par ce tableau, et que nous n'avons cependant pas entièrement détaillés parce qu'il aurait fallu beaucoup plus d'embranchement (1), il faut lire à la fois dans le sens vertical et dans le sens horizontal ; et comme il n'est pas possible d'admettre ce double sens de lecture dans un ouvrage descriptif, dans un cours, et moins encore dans une collection, il faut nécessairement opter entre les deux manières de lire pour former une série linéaire, qui, par cela même, sera un peu artificielle : or, le sens qui rompt le moins possible les rapports que le tableau indique est évidemment le sens horizontal ; car le sens vertical nous donnerait les groupes corps simples, corps non oxigénés, sels et hydrates, qui rompent bien plus les analogies, et sont par conséquent moins naturels. La lecture, dans le sens horizontal, donne précisément les familles que j'ai adoptées, comme étant les moins artificielles possibles, quoiqu'elles le soient inévitablement, comme toutes celles que l'on pourra faire en admettant des séries linéaires.

---

(1) Je viens de former un tableau général où toutes les espèces minérales sont disposées en ramification, et qui offrent dès-lors la vraie classification naturelle, parce que toutes les analogies y sont prises en considération. Mais ce tableau, dont le précédent est extrait, n'est pas susceptible d'être imprimé ; je le ferai graver incessamment, et en attendant, je le dépose à la Faculté des Sciences.

(*La fin au Cahier prochain.*)

Analyse *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 2 janvier 1826.

Il est donné lecture de l'ordonnance par laquelle le Roi approuve la nomination de M. Blainville, comme membre de la Section d'Anatomie et de Zoologie.

L'Académie procède à l'élection d'un vice-président pour l'année 1826 : M. Brongniart réunit la majorité des suffrages.

M. Poisson, vice-président de l'année précédente, occupe le fauteuil.

M. le général Andréossy fait un rapport sur un Mémoire de M. Moreau de Jonnès intitulé : *Considérations sur les opérations de la guerre dans les Indes occidentales.* (Ce Mémoire a un objet trop peu scientifique pour qu'il puisse paraître convenable que j'en présente ici un extrait.)

M. Mathieu, au nom d'une Commission, lit un rapport sur un Mémoire de M. Puissant concernant les moyens de déduire la figure de la terre des opérations astronomiques et géodésiques.

Le Mémoire a été approuvé; on l'aurait inséré dans le *Recueil des Savans étrangers* si l'auteur ne devait pas le faire imprimer dans le *Mémorial du dépôt de la guerre.*

M. Vicat lit un Mémoire intitulé : *Nouveaux Faits relatifs à la théorie des ciments calcaires.*

M. Neuville avait présenté un appareil susceptible d'être manœuvré par des hommes, et qui, suivant lui,

pourrait, dans beaucoup de circonstances, être substitué aux machines à vapeur installées sur les bateaux. M. Navier a fait un rapport sur ce projet; les idées de l'auteur ne paraissent pas pouvoir être adoptées.

On lit un Mémoire de M. Benoiston-de-Châteauneuf intitulé : *De l'Influence de la vaccine sur la population en France et dans la capitale.*

La Section de Géographie et de Navigation, à laquelle M. Arago a été adjoint, présente la liste suivante de candidats pour la place que la mort de M. Buache a laissée vacante : navigateurs en première ligne : MM. Freycynet, Duperrey, Hell ; ingénieurs-géographes en seconde ligne : MM. Puissant et Bonne *ex æquo ;* MM. Brousseaud, Corabœuf. Sur la proposition de plusieurs membres, après la discussion des titres des candidats, on décide que les noms de MM. Givri et Daussy seront ajoutés à la liste.

Séance du lundi 9 janvier.

M. Moreau de Jonnès réclame contre l'omission de son nom sur la liste des candidats présentés dans la dernière séance, pour la place vacante dans la Section de Géographie.

M. Paixhans adresse quelques remarques au sujet du Mémoire qu'a lu M. Andréossy *sur l'Emploi des projectiles creux.*

M. Jomard dépose les plantes et les produits végétaux que M. Beaufort lui avait envoyés d'Afrique.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire présente un monstre humain qu'il a trouvé embaumé parmi les momies rapportées d'Egypte par M. Passalacqua.

L'Académie va au scrutin pour la nomination d'un membre à la place de M. Buache.

Au second tour, M. Freycinet réunit la majorité des suffrages.

M. Granier, maire de Tréfort, avait adressé à l'Académie, des échantillons d'une huile extraite des graines du cornouiller sauvage, nommé *savignon*; M. Deyeux en a fait l'examen; il en résulte :

1°. Que l'huile de M. Granier doit être rangée dans la classe des huiles non *siccatives*;

2°. Que son âcreté ne permettra pas de l'employer comme aliment;

3°. Qu'elle peut servir à la préparation de plusieurs espèces de savons;

4°. Qu'elle sera surtout utile dans les lampes ordinaires et d'Argant, puisqu'elle donne une lumière aussi belle que celle qu'on obtient des huiles épurées.

M. Granier n'a fourni aucun document propre à éclairer sur la partie économique de la question.

M. Girard lit une Notice sur le nouveau canal qui s'exécute aux Etats-Unis, entre le lac Erié et la rivière d'Hudson.

M. Dureau de Lamalle, membre de l'Académie des Inscriptions, lit un extrait d'un travail relatif au recensement des citoyens romains, depuis Servius-Tullius jusqu'à Justinien.

M. Dumas lit le Mémoire qui fait partie de ce Cahier.

M. Vicat dépose un second Mémoire *sur les Cimens*.

Séance du lundi 16 janvier.

M. Girard, ingénieur des Ponts et Chaussées, adresse une Note *sur la Théorie de la chaleur et les phénomènes chimiques.*

M. Chomereau, de Rennes, avait envoyé une colle propre, suivant lui, à coller à froid les marbres, les poteries, les cristaux, etc. M. Vauquelin, nommé rapporteur par l'Académie, annonce que la colle de M. Chomereau n'est autre chose qu'un mélange de chaux vive et de blanc d'œuf desséché, tel qu'on l'emploie tous les jours dans les laboratoires de chimie pour luter les appareils.

On nomme au scrutin la Commission qui devra examiner les pièces envoyées au concours sur la compressibilité des liquides : elle sera composée de MM. Gay-Lussac, Dulong, Arago, Laplace et Fresnel.

M. Lacroix donne lecture d'une lettre que M. Walsh, d'Irlande, avait envoyée à l'Académie sur les ouvrages d'Euclide, ce qui suffit pour montrer que les remarques de cet auteur ne sont point de nature à fixer l'attention des géomètres.

M. Ramond lit un Mémoire intitulé : *Etat de la végétation au sommet du Pic du Midi.*

La Commission nommée au scrutin pour l'examen des pièces envoyées au concours, sur les perturbations des comètes, est composée de MM. Laplace, Legendre, Arago, Damoiseau et Poisson.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire lit un Mémoire intitulé : *Considérations zoologiques et physiologiques, relatives*

à un nouveau genre de monstruosités nommées hypognalle.

Les membres chargés d'examiner les Memoires envoyés au concours pour le prix de physiologie fondé par M. de Monthyon sont : MM. Magendie, Duméril, Cuvier, Geoffroy-Saint-Hilaire et Blainville.

Séance du lundi 23 janvier.

MM. Enke et Seebeck écrivent à l'Académie pour la remercier de l'honneur qu'elle leur a fait en les nommant correspondans.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire rend un compte verbal du Mémoire du Dr Granville relatif à l'ouverture d'une momie égyptienne.

MM. Duméril, Cuvier, Geoffroy, Blainville et Magendie examineront les Mémoires envoyés au concours pour le prix que M. Alhumbert a fondé. Quant au prix de mécanique de Monthyon, il sera décerné par MM. Girard, Prony, Navier, Dupin et Fresnel.

M. Huzard fait un rapport très-favorable sur un Mémoire de M. Girard d'Alfort, *concernant les Hernies inguinales du cheval.*

M. Audouard commence la lecture de son Examen critique des opinions qui ont régné sur l'origine et les causes de la fièvre jaune.

M. Civiale lit un Mémoire *sur les différentes Méthodes employées jusqu'à ce jour pour la guérison de la pierre.*

MM. Legendre et Cauchy font un rapport favorable

sur un Mémoire de M. Poncelet concernant ce qu'il appelle *le centre des moyennes harmoniques.*

Séance du lundi 30 janvier.

M. Paul Laurent présente un Mémoire *concernant un Procédé nouveau pour dessiner au trait sur la pierre.*

On donne lecture d'un Mémoire de M. Auguste de Saint-Hilaire, *sur le Système d'agriculture adopté par les Brésiliens.*

On lit un Mémoire de M. Benoiston de Châteauneuf *sur les Changemens que la loi de la mortalité a subis en Europe depuis un demi-siècle* (1775-1825).

M. Audouard achève la lecture qu'il avait commencée dans la séance précédente.

M. Deleau lit un Mémoire intitulé : *Sur les Sourds-Muets qui ont recouvré l'ouïe depuis peu, et Considérations sur les moyens d'être utile à ces infortunés.*

Deux Commissions ont été nommées dans cette séance : l'une, chargée de décerner le prix de statistique, est composée de MM. Coquebert, Fourier, Ramond, Girard et Laplace; l'autre examinera les progrès qui ont été faits dans l'art de guérir : ses membres sont, MM. Portal, Duméril, Geoffroy, Magendie et Fourier.

SECONDE LETTRE *sur les Cavernes à ossemens de Lunel-Vieil, de Saint-Antoine et de Saint-Julien, près de Montpellier (Hérault), adressée à M.* Gay-Lussac, *par M.* Marcel de Serres.

« MONSIEUR,

» DANS la Lettre que j'ai eu l'honneur de vous adresser sur les cavernes à ossemens des environs de Montpellier, j'ai avancé que l'étrange rassemblement des animaux fossiles qui s'y trouvent comme accumulés, était probablement dû à un cours d'eau. Comme cette cause n'a rien d'analogue à celle qui, dans d'autres localités, paraît avoir réuni dans des cavernes des animaux des habitudes les plus opposées, j'ai dû chercher à reconnaître si, dans nos contrées, ce cours d'eau n'aurait pas eu une direction déterminée, et par suite à rechercher s'il n'existait pas d'autres cavités, soit longitudinales, soit verticales, dans cette même direction, qui offriraient également un certain nombre d'ossemens réunis d'animaux d'habitudes disparates.

» Conduit par cette idée, j'ai déjà découvert avec M. de Christol, qui m'a constamment secondé dans ces recherches, deux nouvelles cavernes à ossemens à Saint-Antoine et à Saint-Julien, toujours près de Montpellier, et de nouvelles fentes verticales remplies de brèches osseuses, semblables à celles de Sète, les unes à ciment rougeâtre comme celles de Baillargues et de Vendargues (Hérault), les autres, sans ciment coloré, comme celles d'Aix (Bouches-du-Rhône), de Pézenas (Hérault),

de Villefranche-Lauragais (Haute-Garonne), et de Perpignan (Pyrénées-Orientales). Toutes ces cavités, soit celles qui sont longitudinales, et que l'on désigne ordinairement sous le nom de *cavernes*, soit celles qui, verticales, ont été presqu'entièrement remplies de brèches à ossemens, ont cela de commun, d'avoir leur direction à-peu-près parallèle au méridien, en sorte que le courant qui les a remplies, en tout ou en partie, de terres meubles, de sables, de galets et d'ossemens, semble avoir agi du nord au sud ou du nord-est au sud-ouest. Quant au nombre d'ossemens réunis dans les fentes longitudinales ou verticales, il paraît assez proportionnel à la grandeur des cavités qui les ont reçus, et en raison inverse de la distance du point de départ du courant qui les a charriés; aussi le nombre des animaux ou de leurs débris que l'on découvre dans ces fentes, soit longitudinales, soit verticales, est-il constamment plus grand dans les premières que dans les secondes.

» Il semble donc résulter de ces faits, qu'au moins, dans le midi de la France, la même cause qui a amoncelé tant d'ossemens dans nos cavernes, en a porté également dans les fentes verticales des formations préexistantes, où les ossemens se sont solidifiés avec les terres avec lesquelles ils avaient été transportés. Les brèches osseuses ne sont donc point restreintes, comme on l'a pensé jusqu'à présent, aux rochers isolés et avancés des bords de la Méditerranée, puisqu'il en existe un assez grand nombre loin de cette mer, et tout-à-fait dans l'intérieur des terres (1). Comme nous en avons observé partout où

(1) Dans le moment même où j'écris ces lignes, l'on m'apprend que l'on vient de découvrir de pareilles brèches à

il s'est opéré des fentes, soit dans le calcaire grossier, soit dans le calcaire jurassique, soit dans la dolomie grise, nous ne craignons pas d'avancer que, dans nos contrées méridionales, l'on trouvera des brèches osseuses dans presque toutes les fentes qui se sont opérées dans ces formations, et cela indépendamment de leur éloignement de la Méditerranée. Le nombre de ces ossemens y sera certainement proportionnel à la grandeur des cavités qui les auront reçus, comme il en est dans toutes les localités observées jusqu'à présent, et enfin l'on sera d'autant plus certain d'y en découvrir, que l'on se trouvera plus rapproché de la direction générale que nous avons déjà indiquée.

» Ce qui prouve encore que les terrains à ossemens des cavernes, comme les brèches osseuses, ont été produits par les mêmes causes, et sont les uns et les autres des formations indépendantes et à-peu-près contemporaines, c'est que l'on y découvre presque généralement des animaux analogues. Tels sont, par exemple, les ruminans qui ont des représentans partout, parmi lesquels il y a deux genres, les *chameaux* et les *moutons*, qui jusqu'à présent n'avaient pas été observés à l'état fossile, et dont l'un, les *moutons*, se trouve non-seulement dans nos cavernes à ossemens, mais encore

---

ossemens dans les environs de Villefranche en Aveyron. Il paraît qu'on y a trouvé des débris de pachydermes et entre autres des dents. Ces dents ont été données à M. Dufresnoy, ingénieur des Mines fort distingué, qui sans doute les fera connaître, ainsi que les brèches osseuses où elles ont été découvertes.

dans les brèches osseuses de Villefranche-Lauraguais, de Perpignan et de Sète, à ce qu'il paraît. Les oiseaux et les reptiles, quoique plus rares parmi ces formations, s'y montrent également, soit des *espèces de rivage* et des *gallinacés* parmi les premiers; comme des *lézards*, des *couleuvres* et des *tortues* parmi les seconds. Enfin les *rongeurs*, les *pachydermes* et les *solipèdes* offrent également leurs débris dans ces diverses formations, et parmi les fossiles qui appartiennent à quelqu'une de ces familles, il en est de la plus grande taille, puisque l'on y reconnaît des débris de *rhinocéros*, d'*hippopotames* et de *chevaux*. Mais, comme les *carnassiers*, on ne les y voit pas partout, quoique les *rongeurs*, par exemple, soient assez nombreux dans les cavernes ou dans les brèches dont le ciment est coloré en rouge (1).

» Ces débris de quadrupèdes terrestres sont aussi parfois accompagnés de débris de testacés; presque toujours ces testacés ont appartenu à des mollusques terrestres ou fluviatiles, ce qui indique que ces fossiles ont dû être charriés dans les lieux où on les observe, par des eaux douces, quel que soit leur rapprochement ou leur éloignement des mers actuelles, car les *cyclostoma elegans* et *bulimus decollatus* sont presqu'aussi abondans à Sète, c'est-à-dire, aux bords de la Méditerranée, que dans les brèches de Vendargues et de Baillargues, et les cavernes à ossemens de Lunel-Vieil, de Saint-Antoine et de Saint-Julien. Il est vrai cependant qu'avec

---

(1) Les grands carnassiers ont aussi leurs représentans dans nos brèches osseuses; et en effet, il existe des ours d'une grande taille dans les brèches de Perpignan.

ces débris d'animaux terrestres et fluviatiles, l'on découvre quelques restes de mammifères marins ou de mollusques de mer; mais ces espèces marines, les mêmes que celles que l'on observe entre les masses du calcaire grossier, en ont été évidemment détachées. Dès-lors on ne doit pas être étonné de les y voir mêlées, surtout dans les lieux, comme Pézenas et Perpignan, où les brèches à ossemens ont été le plus tumultueusement formées, si l'on peut s'exprimer ainsi; car, dans la première de ces localités, le ciment qui en forme la pâte a saisi, en même temps qu'un grand nombre d'ossemens, des laves, des scories, des obsidiennes, et enfin tous les produits volcaniques qui se trouvaient à portée. Cependant ces brèches ne doivent pas plus être considérées comme de formation volcanique, à raison des laves qu'elles renferment, qu'on ne doit regarder celles qui contiennent accidentellement des débris d'êtres marins, comme de formation marine. En effet, l'on sait aujourd'hui que les ossemens des quadrupèdes conduisent, par un grand nombre de raisons, à des résultats plus rigoureux qu'aucune autre dépouille de corps organisés; et leur nombre est trop considérable dans nos formations, pour ne pas les considérer comme de véritables formations d'eau douce, qui ont cela de particulier, d'être tout-à-fait indépendantes des terrains où on les rencontre. Aussi les voit-on indifféremment dans le calcaire grossier, le calcaire jurassique, la dolomie grise, ainsi qu'au-dessus et au-dessous du niveau de la Méditerranée, parce qu'étant des formations de transport et d'alluvion, elles se sont accumulées dans tous les lieux où des fentes ont pu les recevoir.

» Le rapprochement que nous ferons ici entre les terrains à ossemens et les brèches osseuses du midi de la France, outre qu'il donne un grand intérêt à la découverte de nos cavernes à ossemens, puisqu'il indique que les terres-meubles et les sables qui en recouvrent le sol, y ont été transportés par une cause générale, pourra sans doute s'étendre à d'autres localités, où l'on n'a pas supposé qu'il y eût des brèches osseuses, parce que celles indiquées jusqu'à présent avaient toutes offert un ciment rougeâtre qui les avait fait remarquer, caractères que l'on avait cru à-peu-près exclusifs aux brèches à ossemens. Ce ciment coloré dépend pourtant de circonstances accidentelles et de pure localité; il est même sujet à éprouver des variations dans une même localité; car, à Sète, par exemple, il existe des brèches osseuses sans ciment rougeâtre comme avec cette sorte de ciment. Ainsi, en y faisant bien attention, l'on reconnaîtra, nous croyons du moins pouvoir l'avancer, que la plupart des ossemens de mammifères terrestres décrits comme provenant de rocs si durs qu'on ne pouvait les en détacher que par fragmens, étaient des ossemens enveloppés par des brèches solides et compactes. Tel nous paraît avoir été le fameux cerf fossile dont parle Spada (*Cat. Lapidum veronensium*, pag. 45), et qui était incrusté dans un roc si dur (comme les débris du *cerf à bois gigantesques* que nous avons découvert dans les brèches de Pézenas et de Perpignan), que l'on ne pouvait les en arracher que par morceaux.

» L'on juge aisément que, quel que soit le degré de dureté ou de compacité des brèches à ossemens, elles

sont loin d'être d'une époque aussi ancienne que les dernières de nos bancs pierreux déposés en couches régulières et continues, et par conséquent qu'elles peuvent recéler des quadrupèdes terrestres, même d'une grande taille, ce qui suppose nécessairement l'existence de terres sèches et de continens hors du sein des eaux. En effet, ces brèches sont d'une date bien postérieure à celle du calcaire grossier, puisqu'elles ont souvent coulé entre les couches de ce calcaire, ou qu'elles ont rempli les fentes qui se sont opérées entre leurs masses. Dès-lors il n'est pas plus étrange d'y rencontrer diverses espèces de cerfs, des ours, des moutons, des chevaux, des pachydermes, des castors ou des rongeurs analogues, et même des oiseaux de la famille des gallinacés qui, comme ces quadrupèdes, annoncent des terres sèches, que de voir des mammifères terrestres dans les bancs réguliers des gypses à ossemens.

» Ces observations générales suffiront sans doute pour appeler l'attention des naturalistes sur un sujet d'un aussi haut intérêt pour la zoologie positive; mais pour ne pas anticiper sur le Mémoire détaillé que nous préparons sur le rapport qui existe entre nos cavernes à ossemens et nos brèches osseuses, nous observerons en finissant, que nous avons enfin découvert des reptiles dans la caverne de Lunel-Vieil. A la vérité, nous n'y avons point rencontré des tortues; car c'est à des reptiles de ce genre que doit se rapporter, ce me semble, l'excrément décrit dans ma précédente Lettre: cependant, comme ce genre existe dans la caverne de Saint-Antoine, qui est peu éloignée de celle de Lunel-Vieil, nous ne doutons pas de le rencontrer dans les nouvelles

fouilles que nous allons faire exécuter, et dont je m'empresserai de vous rendre compte si vous continuez à trouver assez d'intérêt à ces recherches pour leur accorder une place dans vos intéressantes *Annales*. »

Montpellier, 14 novembre 1825.

LETTRE *de M.* Barruel, *préparateur du cours de chimie de la Faculté des Sciences de Paris, à M.* Gay-Lussac, *sur la Présence de la strontiane dans le sulfate de baryte.*

« Je prends la liberté de vous prier d'insérer, dans un des Cahiers des *Annales de Chimie*, une observation qui m'est propre sur un fait que je crois assez intéresant pour lui donner de la publicité : voici de quoi il s'agit. Ayant eu occasion de préparer une grande quantité de nitrate de baryte, j'ai toujours employé à cet effet du sulfate de baryte d'Auvergne, qui nous arrive ordinairement sous forme de cristaux isolés ; j'avais la précaution de n'employer pour mes opérations que ce dernier, et je me suis convaincu que ce sulfate renfermait toujours une quantité notable de sulfate de strontiane ; d'où il résulte que, lorsqu'on prépare du nitrate de baryte pour obtenir de la baryte parfaitement pure, il est important de ne pas pousser l'évaporation des eaux-mères trop loin ; car il arriverait nécessairement que les dernières portions de nitrate de baryte obtenues contiendraient du nitrate de strontiane.

» Ayant donc, comme je viens de le dire, préparé une très-grande quantité de nitrate de baryte, il me

restait de cette préparation une assez grande quantité d'eaux-mères dont je voulais tirer parti; et comme ces eaux-mères contenaient une certaine quantité de nitrate de fer, et de la matière organique, je les ai évaporées jusqu'à siccité ; j'ai chauffé le résidu au point de décomposer tout le nitrate de fer et de détruire la matière organique, puis je l'ai repris par très-peu d'eau bouillante : la liqueur filtrée, qui avait une grande densité, n'a point cristallisé par le refroidissement; mais, au bout de cinq à six jours, il s'est formé au fond du vase qui la contenait, de très-gros et très-beaux cristaux de nitrate de strontiane parfaitement pur : j'ai ainsi obtenu avec le sulfate de baryte d'Auvergne cristallisé, une quantité de nitrate de strontiane, équivalant à la trentième partie du nitrate de baryte que j'en avais retiré.

» J'ai l'honneur d'être, etc. »

Paris, 28 janvier 1826.

Note *sur une nouvelle Espèce de calcul biliaire trouvée dans les animaux.*

Par Mr J.-L. Lassaigne.

Poulletier de la Salle reconnut le premier, et ensuite Fourcroy, que les calculs que l'on trouve dans la vésicule bilieuse de l'homme, renfermaient souvent et en quantité variable une matière blanche, cristalline et nacrée, qui fut décrite par ce dernier chimiste, dans son *Système des Connaissances chimiques*, sous le nom

d'*adipocire*, parce qu'il avait cru remarquer qu'elle participait des propriétés de la graisse et de la cire.

M. Chevreul, dans son grand et beau travail sur les corps gras, l'ayant soumise à un nouvel examen, et ayant observé qu'elle différait essentiellement par ses caractères spécifiques de cette classe de substances, la fit sortir du rang où l'avait placée Fourcroy, et la distingua des autres par le nom de *cholesterine*, nom qui rappelle un peu son origine.

L'existence de ce principe, qui a été par la suite mis au rang des matériaux immédiats organiques, a été constatée, tant chez l'homme que chez les animaux, dans certaines productions pathologiques dont la formation était indépendante de la bile ou de l'organe qui la sécrète; ce qui a fait penser à beaucoup de personnes que la cholesterine, qui n'avait pas encore été rencontrée au nombre des principes de la bile humaine dans l'état de santé, était un résultat de maladie ou d'altération de cette liqueur, comme dans les circonstances où elle était trouvée dans des tissus très-éloignés du foie, et qui n'avaient aucun rapport avec cet organe. Mais depuis que les dernières expériences de M. Chevreul ont démontré sa présence dans la bile d'hommes sains, morts subitement ou de maladie de très-courte durée, l'on doit avoir une autre opinion sur ce point de physiologie animale. La formation de ces concrétions bilieuses s'explique donc maintenant aussi naturellement que la plupart de celles qui se forment dans la vessie.

Ce même chimiste, en poursuivant son travail sur la bile de plusieurs animaux, a également découvert la cholesterine dans celle de l'ours et du porc. Bien que

cette substance n'ait pas encore été trouvée dans les calculs biliaires d'animaux, les nouveaux résultats de M. Chevreul pouvaient faire présumer qu'elle se présenterait peut-être à l'analyse des calculs retirés des animaux, dans la bile desquels il l'avait observée. L'examen que nous venons de faire d'une concrétion formée dans la vésicule biliaire d'une truie, tuée à l'Ecole d'Alfort pour sujet d'observations anatomiques, tend à confirmer cette assertion.

Il résulte de nos recherches sur la composition de ce calcul, qu'il a fourni à l'analyse chimique,

1°. Cholesterine.....	6;
2°. Résine blanche.....	44,95;
3°. Bile.....	3,60;
4°. Matière animale et résine verte altérée.....	45,45.
	100,00.

Les calculs biliaires du bœuf, de la vache, du cheval, qui avaient été examinés jusqu'à présent, n'ont offert que de la matière jaune, particulière à la bile de ces animaux; celui dont nous publions aujourd'hui l'analyse, est bien remarquable par sa composition; il forme une espèce nouvelle dont on pourra trouver de nouveaux exemples dans la suite.

Action *de l'Eau sur le verre.*

(*Journal of Science, etc.*)

M. Griffiths fait voir que la plupart des verres, et particulièrement le cristal ou flintglass, possèdent à un haut degré les propriétés alcalines. Il suffit, pour le démontrer, de placer le verre récemment pilé et humecté sur du papier de curcuma ou sur celui de tournesol. L'eau tenue quelques heures en ébullition sur du flintglass en poudre très-fine, étant ensuite concentrée, paraît très-alcaline au goût. De l'acide hydrochlorique affaibli, substitué à l'eau, a donné par l'évaporation un sel ayant les caractères du chlorure de potassium. On n'obtient aucun effet semblable avec le feldspath, le basalte, le grünstein, le granite, l'obsidienne, la ponce. M. Griffiths regarde comme un fait entièrement nouveau l'alcalinité du verre; mais Schéele, dans la préface de son *Traité chimique de l'Air et du Feu*, publié il y a plus de quarante-cinq ans, a détruit, par une expérience tout-à-fait semblable, l'opinion répandue alors, que l'eau se changeait en terre, en faisant voir que l'eau tenue en ébullition dans du verre en détachait une grande quantité de silice, et devenait fortement alcaline.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. *Février* 1826.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN. Barom. à 0°.	9 HEURES DU MATIN. Therm. extér.	9 HEURES DU MATIN. Hygr.	MIDI. Barom. à 0°.	MIDI. Therm. extér.	MIDI. Hygr.	3 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	3 HEURES DU SOIR. Therm. extér.	3 HEURES DU SOIR. Hygr.	9 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	9 HEURES DU SOIR. Therm. extér.	9 HEURES DU SOIR. Hygr.	THERMOMÈTRE. maxim.	THERMOMÈTRE. minim.	ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
1	755,32	+ 3,7		755,06	+ 6,2		754,52	+ 7,2		754,96	+ 5,0		+ 7,2	+ 1,9	Couvert.	S. S. E.
2	757,76	+ 4,0		757,68	+ 8,5		757,38	+ 9,8		757,10	+ 4,5		+ 9,8	+ 1,8	Nuages clairs.	S.
3	757,28	+ 4,0		756,30	+ 9,4		754,70	+10,5		754,68	+ 5,5		+10,5	+ 2,5	Eclaircies.	S.
4	757,24	+ 6,1		756,90	+ 9,2		755,95	+10,0		755,86	+ 7,0		+10,3	+ 6,0	Couvert.	S. E.
5	760,10	+ 5,7		760,43	+ 8,5		759,78	+ 8,9		758,94	+ 5,0		+ 8,9	+ 4,7	Très-nuageux.	S. S. O.
6	756,25	+ 8,0		756,17	+ 9,3		755,10	+10,4		755,77	+10,3		+10,4	+ 7,0	Pluie fine.	S.
7	762,20	+ 7,9		762,92	+10,0		763,80	+10,2		766,50	+ 4,1		+10,2	+ 4,1	Quelques nuages.	O.
8	768,74	+ 1,0		768,20	+ 6,0		767,67	+ 7,8		766,95	+ 4,3		+ 7,8	+ 0,3	Beau.	N. O.
9	765,10	— 0,5		764,37	+ 1,7		763,18	+ 2,7		762,74	— 1,7		+ 2,7	— 2,9	Couvert, brouillard.	E.
10	763,34	+ 0,0		763,24	+ 0,6		762,97	+ 1,1		762,70	+ 0,5		+ 1,8	— 1,0	Couvert, brouillard.	E. S. E.
11	762,63	+ 0,0		762,20	+ 3,4		761,77	+ 5,5		762,06	+ 2,5		+ 5,5	— 2,0	Beau.	S. E.
12	762,90	+ 3,0		762,60	+ 7,5		762,46	+10,0		763,56	+ 8,0		+10,0	+ 0,5	Petits nuages.	S.
13	764,35	+ 5,7		763,38	+ 9,2		762,00	+ 9,6		761,30	+ 3,0		+ 9,9	+ 3,0	Légers nuages.	S. S. O.
14	560,38	+ 4,8		760,32	+ 9,8		759,65	+10,8		759,90	+ 6,5		+10,8	+ 2,9	Couvert.	S. S. O.
15	759,37	+ 6,7		758,17	+10,1		756,82	+10,9		755,30	+ 4,5		+10,9	+ 4,5	Légers nuages.	S. E.
16	753,26	+ 7,0		753,92	+ 9,1		753,84	+11,0		754,62	+ 4,3		+11,0	+ 4,3	Pluie fine.	O. S. O
17	749,56	+ 5,7		748,34	+ 7,0		747,87	+ 5,6		750,60	+ 5,0		+ 7,0	+ 5,0	Pluie continuelle.	S. fort.
18	750,42	+ 3,5		756,37	+ 8,8		756,24	+ 8,1		757,17	+ 5,8		+ 8,8	+ 0,8	Nuageux.	S. O.
19	757,50	+ 5,0		755,70	+ 7,2		754,87	+ 7,0		755,17	+10,5		+10,5	+ 4,0	Pluie	S. fort.
20	758,57	+10,5		759,90	+13,6		761,24	+13,2		761,00	+ 9,4		+13,6	+ 9,4	Nuageux.	S. O.
21	768,50	+ 8,2		769,25	+11,2		768,53	+11,5		767,52	+ 7,2		+11,5	+ 6,7	Nuageux.	S. O.
22	764,86	+ 9,5		763,43	+10,5		762,22	+11,5		760,56	+ 9,5		+11,5	+ 8,0	Couvert	S. O. fort.
23	758,94	+10,2		757,10	+11,9		755,27	+ 9,0		755,33	+ 5,7		+11,9	+ 5,7	Gouttes d'eau.	S. O.
24	762,40	+ 4,9		763,62	+ 7,4		764,00	+ 7,5		765,20	+ 2,4		+ 7,5	+ 2,4	Nuageux.	N. fort.
25	762,30	+ 6,9		761,90	+10,7		761,87	+11,0		764,10	+ 9,5		+11,0	+ 4,7	Pluie fine.	O.
26	770,18	+ 8,5		770,20	+ 9,6		770,37	+ 9,9		771,03	+ 3,0		+ 9,9	+ 3,0	Nuageux.	N. O.
27	770,37	+ 5,0		768,57	+ 9,5		766,54	+ 9,7		764,77	+ 4,2		+ 9,7	+ 0,2	Voilé.	S.
28	765,16	+ 9,4		765,74	+11,8		765,34	+12,5		765,30	+ 9,5		+12,5	+ 7,0	Quelques éclaircies.	N. O.
1	760,33	+ 4,0		760,13	+ 6,9		759,51	+ 7,8		759,62	+ 4,4		+ 8,0	+ 2,4	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	758,49	+ 5,2		758,09	+ 8,6		757,68	+ 9,3		758,07	+ 5,9		+ 9,8	+ 3,2	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 4,590
3	765,34	+ 7,8		764,98	+10,2		764,27	+10,3		764,13	+ 6,4		+10,7	+ 4,8	Moyenn. du 21 au 28.	Terrasse, 4,005
	761,11	+ 5,5		766,78	+ 8,5		760,21	+ 9,1		760,38	+ 5,5		+ 9,4	+ 3,4	Moyennes du mois,	+ 6°,4.

SUITE

Du Mémoire sur la Classification des substances minérales.

PAR Mr F.-S. BEUDANT.

JE crois avoir suffisamment fait voir les difficultés, montré leur cause, et justifié le mode de groupement que j'ai adopté pour former des familles dans le règne minéral; il me reste maintenant à comparer ces familles entre elles. M. Berzelius regarde la base que j'ai choisie, pour réunir les familles, comme artificielle; et puisqu'il a présenté un autre mode de réunion, il le considère sans doute comme naturel. Il s'en faut cependant de beaucoup qu'il en soit ainsi, et rien, je crois, n'est plus artificiel que les grandes divisions que ce savant chimiste adopte, et qu'il nomme *des classes.* Il y a deux divisions dans sa méthode : 1°. *les minéraux composés à la manière des substances inorganiques;* 2°. *les minéraux composés à la manière des substances organiques dont ils paraissent tirer leur origine.* J'en demande pardon à M. Berzelius; mais ce ne sont pas là des classes admissibles, car elles ne nous offrent autre chose, sinon d'un côté tout le règne minéral, et de l'autre une douzaine de matières qui lui sont étrangères, et ne présentent pas même des espèces déterminées. Il me paraît évident que si l'on veut séparer ces dernières substances, ce n'est pas une raison pour laisser toutes les autres ensemble, et que s'il est possible de faire des classes, c'est dans cet énorme groupe qu'elles doivent se trouver. J'avoue

que si un *principe scientifique* a présidé à la formation de ces classes, je le trouve au moins très-mal appliqué dans cette circonstance.

Je conclus de ces observations, que M. Berzelius n'a pas fait de classes dans le règne minéral, ce qui est un moyen certain d'éviter les difficultés. Mais pour avancer que je suis parti d'une base artificielle, il faut, ou que M. Berzelius n'ait pas lu la partie de mon ouvrage qui traite de cet objet, ou qu'il n'admette pas les bases adoptées par tous les naturalistes pour parvenir à une classification naturelle. C'est en effet cette dernière cause qui a prévalu, puisque j'ai fait remarquer que l'admission d'un principe unique pour base de classification, était la preuve que ce savant n'admettait pas le principe des méthodes naturelles.

Je ne sais pas s'il est possible de faire des classes bien nettement tranchées dans le règne minéral, ni même si cela est bien nécessaire aujourd'hui, vu le petit nombre de corps que nous possédons; mais ce qui est évident, c'est que les familles que j'ai formées peuvent être rangées entre elles d'une manière tout-à-fait naturelle, c'est-à-dire, de manière à ce que les plus rapprochées aient entre elles le plus d'analogie par l'ensemble des caractères. Je dois observer que ce n'est pas du tout, comme l'avance M. Berzelius, sur deux caractères que j'ai fondé les rapprochemens que j'ai effectués, mais sur un ensemble de propriétés qui établissent entre les familles des rapports assez nombreux et assez intimes, pour qu'on puisse les nommer aujourd'hui des *rapports naturels*. Je crois, pour le montrer, devoir reprendre ici la discussion.

Lorsqu'on cherche à grouper entre elles les familles que j'ai été conduit à admettre, on rencontre une difficulté qui n'a pas encore paru dans la formation des espèces, des genres ou des familles. Dans tous ces cas, on a trouvé dans les corps à comparer un principe commun qui a pu servir de point de ralliement; mais il est clair qu'il ne peut plus en être de même ici, puisque chaque famille a pour type un corps différent. Il est évident aussi qu'on ne peut comparer les familles par les caractères extérieurs des espèces qu'elles renferment, puisque, comme nous l'avons déjà vu, ces caractères ne peuvent même servir à établir des groupes moins élevés. Il ne peut évidemment y avoir, pour établir les rapports que nous cherchons, que la comparaison des corps simples qui ont servi de moyen de réunion pour former les familles. Ces corps sont *aluminium*, *antimoine*, *arsenic*, *azote*, *bismuth*, *bore*, *carbone*, *chlore*, *chrôme*, *cobalt*, *cuivre*, *étain*, *fer*, *hydrogène*, *iode*, *magnésium*, *manganèse*, *mercure*, *molybdène*, *or*, *osmium*, *palladium*, *phosphore*, *phtore*, *platine*, *plomb*, *sélénium*, *silicium*, *soufre*, *tantale*, *tellure*, *titane*, *tungstène*, *urane*, *zinc*. Voyons donc comment l'ensemble des propriétés que présentent ces corps peut servir à les disposer entre eux. Les données sur lesquelles je m'appuierai sont en grande partie celles qu'on trouve déjà consignées dans un Mémoire de M. Ampère *sur la Classification des corps simples*, et les détails dans lesquels je vais entrer, serviront à justifier ce savant du reproche que je lui ai valu en adoptant en général ses résultats pour base de mon travail.

Pour présenter d'une manière plus frappante les rapports que nous devons examiner, nous partirons du silicium. Nous établirons facilement que ce corps a, d'une part, une grande analogie avec le tantale, le titane, le tungstène, le molybdène; de l'autre, avec le bore et le carbone. En effet, le silicium combiné avec l'oxigène joue, dans la nature, le rôle d'un acide insoluble qui entre dans une foule de combinaisons : les oxides de tantale, de titane, de tungstène, de molybdène sont dans le même cas; tous ces oxides se combinent avec la potasse et la soude, et forment, la plupart, des sels solubles, dont ils sont séparés, sous forme pulvérulente, par l'action d'un acide. Le silicium présente de l'analogie avec le bore et le carbone, par la propriété qu'ils possèdent tous trois de former avec le fer des composés analogues à l'acier, et se trouve aussi par là en liaison avec le phosphore et l'arsenic, quoiqu'il en diffère beaucoup sous d'autres rapports. Le bore et le silicium se combinent tous deux avec le phtore, et il en résulte des composés gazeux, susceptibles de faire l'un et l'autre fonction d'acide.

On trouve aussi de l'analogie entre le silicium et l'aluminium; d'un côté, ces corps, à l'état d'oxide pur, cristallisent dans le même système et affectent des formes très-rapprochées; d'un autre côté, l'alumine fait quelquefois fonction d'acide, et donne lieu à des corps pierreux fort analogues aux silicates : elle paraît aussi pouvoir remplacer la silice dans quelques circonstances, et former des aluminates, isomorphes peut-être avec les silicates, et susceptibles de se mélanger avec eux en toutes proportions.

Cela posé, prenons les autres corps. Le titane présente des analogies assez marquées avec l'étain ; car, à l'état d'oxide, ces deux corps cristallisent de la même manière, tous deux en prisme à base carrée de même dimension, et l'analogie se soutient jusque dans les macles. Ces deux oxides font également fonction d'acide, et tous deux, à l'état de peroxide, sont insolubles dans divers acides qui les séparent même de leurs sels. A côté de l'étain se place l'antimoine, qui a de l'analogie avec ce corps, non-seulement par sa couleur et son éclat, mais plus encore par ses oxides, dont la plupart sont des acides, et par ses chlorures qui jouent comme ceux de l'étain le rôle d'acide. L'antimoine appelle près de lui l'arsenic, autre métal acidifiable, formant comme lui des oxides volatils. Il est impossible de ne pas voir aussi une analogie marquée entre l'arsenic et le tellure ; car ces deux substances sont volatiles à l'état métallique et à l'état d'oxide, et toutes deux se combinent avec l'hydrogène en formant des gaz permanens. Le sélénium, présentant des propriétés analogues, vient se joindre naturellement à ces corps, auxquels il ressemble en outre par la propriété de donner une odeur particulière par la combustion, ce que l'on ne retrouve que dans l'osmium. Celui-ci présente les mêmes caractères de volatilité et de combinaison avec l'hydrogène ; mais il diffère des autres par la propriété de former des solutions colorées, ce qui le lie en outre avec une série de substances dont nous avons à parler.

Ces derniers corps ne peuvent être éloignés du chlore ; car, d'un côté, cette substance a quelque analogie d'odeur avec l'osmium ; de l'autre, elle a la propriété de se com-

biner avec l'hydrogène comme le sélénium, et de former un corps qui joue le rôle d'acide. Le phtore ne peut manquer d'être placé à côté du chlore, car il a nécessairement des propriétés analogues; et l'iode qu'on vient de découvrir dans le règne minéral, est, en quelque sorte, intermédiaire entre le sélénium et le chlore. Mais puisque nous en sommes aux substances qui sont susceptibles de former des hydracides, nous devons joindre ici le soufre, le seul des autres corps qui partage cette propriété.

Nous n'avons pas encore fait remarquer que si l'arsenic a beaucoup d'analogie avec le tellure, il en a peut-être plus encore avec le phosphore ; d'un côté, par l'odeur analogue produite par la combustion ; de l'autre, par la propriété de former avec l'hydrogène des composés gazeux analogues, tous deux insolubles dans l'eau, et incapables de faire fonction d'acide : enfin, ces deux corps se rapprochent par la propriété de former avec l'oxigène des acides solides, qui se conduisent presque absolument de même avec les réactifs, et qui, en se combinant avec les oxides, produisent des sels isomorphes, susceptibles de se mélanger en toutes proportions.

Aucun des autres corps qui servent de types aux familles minérales, ne peut être intercalé avec ceux que nous venons d'indiquer, ce qui suffit pour les laisser ensemble ; mais ils se rattachent tous aux groupes précédens, et les uns aux autres par différens caractères. Le chrôme a une certaine analogie avec le molybdène; c'est, après les corps que nous avons indiqués, celui qui produit le plus facilement des acides par sa combinaison avec l'oxigène. L'urane présente aussi les propriétés acides dans son peroxide, ce que l'on retrouve égale-

ment dans les peroxides de fer et de manganèse : ces deux derniers métaux se rapprochent d'ailleurs par beaucoup de propriétés analogues dans leurs oxides et leurs sels, et par leur fréquente réunion dans la nature. Le cobalt se lie au fer par la propriété magnétique dont il jouit, et qu'on ne retrouve ensuite que dans le nickel. Les oxides d'or, de platine offrent encore, à un certain degré, la propriété acide; et ces deux corps ont en outre entre eux et avec le palladium la propriété commune de former facilement des sels doubles avec la potasse, la soude, l'ammoniaque, lorsqu'ils sont dissous dans l'acide nitro-hydrochlorique. Le cuivre semble se rapprocher du manganèse en ce que ces deux corps forment quelques sels de même formule, qui ont aussi beaucoup d'analogie dans leurs formes. Enfin, tous ces corps ont la propriété de former des solutions colorées; ce qui les lie entre eux, et aussi avec le molybdène, le tungstène, le titane, le tantale.

En parlant de l'étain, nous avons fait connaître plusieurs corps qu'on ne peut se dispenser de rapprocher les uns des autres; mais on arrive aussi par ce métal à une autre série. On ne peut s'empêcher de voir l'analogie qui existe entre ce corps, le zinc, et le bismuth. Ceux-ci, en se combinant avec le chlore, produisent des composés qui ont des propriétés du même genre que les chlorures d'étain et d'antimoine, c'est-à-dire, qui sont, comme eux, susceptibles de jouer, jusqu'à un certain point, le rôle d'acide. Le zinc a encore une certaine analogie avec les corps que nous venons de citer, en ce que son oxide, saturant assez bien les alcalis, possède par conséquent, par rapport à

eux, les propriétés acides, tandis qu'il se lie aux corps qui le suivent, en ce qu'il fait le plus souvent, comme eux, fonction de base. A la suite de ces deux métaux, se placent naturellement le mercure, l'argent, le plomb, dont les oxides ont encore la propriété de saturer la chaux, la baryte, et qui se rapprochent cependant de plus en plus des bases salifiables : l'oxide de plomb a même une alcalinité bien prononcée dans son oxide jaune. Tous ces corps ont en outre la propriété commune de ne produire que des solutions blanches dans les acides.

Le magnésium, le seul corps métallique dont il nous reste à parler, se lie, d'un côté, avec le plomb par l'alcalinité de son oxide; de l'autre, avec le zinc, en ce que les deux oxides sont isomorphes, comme le prouvent les sulfates, carbonates et aluminates de ces bases. Il ne forme, comme les corps précédens, que des solutions blanches avec les acides.

Si ces différens corps se lient les uns aux autres, et par suite avec l'étain, on doit remarquer qu'ils se rattachent encore à plusieurs de ceux dont nous avons parlé précédemment. En effet, la magnésie, l'oxide de zinc se lient avec les protoxides de manganèse, de fer, de cobalt, qui sont des bases éminemment salifiables et isomorphes entre elles et avec les deux premières.

Nous devons ajouter ici que l'alumine dont nous avons fait voir la relation avec la silice, présente aussi une analogie marquée avec cette nouvelle série, en ce que son oxide fait aussi tantôt fonction d'acide, tantôt fonction de base, et que ses solutions, qui se font facilement par tous les acides, sont aussi toujours blanches. Comme les corps de cette série, elle se lie de nouveau

avec le groupe précédent ; car les peroxides de fer et de manganèse peuvent remplacer l'alumine dans les diverses combinaisons, et sont isomorphes avec elle.

Enfin il ne nous reste plus qu'à parler de l'azote et de l'hydrogène, qui sont les corps les plus difficiles à classer. On ne peut établir leur analogie qu'avec le soufre et le carbone, encore ces analogies sont-elles beaucoup moins marquées que toutes celles que nous avons citées : l'hydrogène, le carbone et l'azote semblent avoir surtout de l'analogie par une égale affinité pour l'oxigène, par le rôle qu'ils jouent dans la composition des matières organiques. L'hydrogène et le carbone ont cela de commun, qu'ils se combinent tous deux avec l'azote, et forment des composés gazeux, l'ammoniaque et le cyanogène. L'azote et le soufre se rapprochent l'un de l'autre par la propriété de former des bases salifiables en se combinant avec certains corps ; la combinaison de l'azote avec l'hydrogène forme en effet l'ammoniaque, et l'on connaît plusieurs sulfures qui jouent le rôle d'alcali dans quelques combinaisons.

On voit, par cette discussion, que ce n'est en aucune manière par les deux caractères que M. Berzelius a cités, que les corps dont nous venons de parler sont groupés les uns avec les autres ; qu'au contraire, les rapprochemens sont fondés sur un ensemble de caractères, précisément comme l'exigent les principes de classification naturelle. Mais on doit voir aussi qu'on ne peut parvenir à réunir ces corps en série linéaire ; ce qui, soit dit en passant, est un caractère de classification naturelle, et qu'on ne peut parvenir qu'à un tableau ramifié des

familles, qu'on peut présenter à-peu-près de la manière suivante :

Azotides. Sulfurides.
Phtorides.
Hydrogénides. Chlorides.
Iodides.
Anthracides. Osmiides.
Sélénides.
Borides. Phosphorides. Tellurides.

Aluminides. → Silicides. Arsénides.
Antimonides.
Tantalides. Stannides. → Zincides. →

Titanides. Bismuthides.
Tungstides. Hydrargyrides.
Molybdides. Argyrides.
Plombides.
Chromides. → Magnésides. ←

Aurides. Uranides.
Platinides. Cobaltides.
Palladiides. Sidérides.
Cuprides. → Manganides. ← . . . . . .

Ce tableau offre le groupement naturel des familles d'après leurs analogies, et c'est certainement le seul qu'on puisse faire aujourd'hui, si l'on a admis des familles en séries linéaires ; mais après avoir ainsi établi les rapports, il faut bien, pour arriver à décrire chaque famille, et surtout à classer les minéraux en collections, commencer par l'une d'elles, et suivre ensuite un certain ordre pour en parler ou les classer l'une après l'autre : or, cet ordre nécessaire de discours ou d'arrangement détermine inévitablement une série linéaire, et par conséquent encore artificielle ; d'où il résulte que, dans un ouvrage descriptif ou dans l'arrangement d'un cabinet, on s'éloigne nécessairement de la méthode naturelle.

Sans doute il existe plusieurs manières de lire dans le tableau ramifié pour décrire les familles l'une après l'autre, comme l'exige l'ordre naturel du discours ou l'arrangement d'une collection, et chacun est à-peu-près libre de suivre celui qu'il voudra, puisque, de quelque manière qu'on s'y prenne, on ne fera rien que d'artificiel. Cependant il est clair que parmi toutes les manières possibles de décrire les familles l'une après l'autre, il en est qui s'éloignent moins que les autres des rapports naturels, et que ce sont celles que l'on doit préférer. Or, en examinant toutes les manières d'étendre le tableau précédent en serie linéaire, il me paraît que la moins artificielle possible est la suivante:

Silicides.	Hydrargyrides.
Borides.	Argyrides.
Anthracides.	Plumbides.
Hydrogénides.	Aluminides.
Azotides	Magnésides.
Sulfurides.	Manganides.
Phtorides.	Sidérides.
Chlorides.	Cobaltides.
Iodides.	Cuprides.
Osmiides.	Uranides.
Sélénides.	Palladiides.
Tellurides.	Platinides.
Phosphorides.	Aurides.
Arsénides.	Chromides.
Antimonides.	Molybdides.
Stannides.	Tungstides.
Zincides.	Titanides.
Bismuthides.	Tantalides.

Cette série linéaire est assez analogue à celle que j'ai admise dans mon Traité, et cela uniquement parce qu'il en

fallait une pour pouvoir décrire les familles; elle n'en diffère que par quelques circonstances qui me paraisssent la rapprocher encore plus de l'ordre naturel. J'avais déjà indiqué l'ancienne comme artificielle, et aujourd'hui je ne tiens pas plus à la nouvelle, parce que le tableau ramifié est la seule manière de grouper les familles suivant l'ordre de leurs rapports réels.

Je ferai remarquer maintenant que la série linéaire que je viens de présenter est tout-à-fait indépendante de toutes les divisions qu'on peut y établir, et qu'elle peut rester entière sans aucun inconvénient; c'est peut-être même ce qu'il y a de mieux à faire pour le moment. Néanmoins on est tout-à-fait libre d'y faire autant de coupures que l'on voudra, et il est clair que cela ne changera rien aux rapports établis, et par conséquent ne rendra la série ni plus ni moins naturelle. Il est clair aussi que chaque division qu'on pourra imaginer trouvera son caractère dans l'indication des analogies dont nous avons démontré l'existence dans la discussion : on pourra même sans inconvénient quelconque ne pas prendre toutes les analogies en considération, pourvu qu'on les ait établies ailleurs, et se borner à un caractère commun à toutes les familles du même groupe, comme on le fait dans les règnes organiques. Enfin il est clair que ce caractère n'aura pas même besoin d'être d'une grande valeur, puisque ce n'est pas lui qui détermine les rapprochemens.

Ces dernières réflexions m'avaient paru tellement naturelles, tellement faciles à faire, que je n'avais pas cru devoir les traiter en détail. Je reconnais cependant que j'ai eu tort; car j'ai entraîné M. Berzelius à se faire à cet

égard des idées fausses, et à croire, par suite, que le rapprochement et la disposition des familles entr'elles étaient uniquement fondés sur deux caractères, qu'il n'a pas même exactement énoncés : 1°. la propriété que possèdent les corps qui servent de types aux familles d'être gazeux par eux-mêmes, ou de former des gaz permanens par leur combinaison avec l'hydrogène, l'oxigène ou le phtore (fluor) ; 2°. la couleur des solutions de ces corps par les acides, les uns donnant des solutions blanches, les autres des solutions colorées. Or, on voit, par les détails dans lesquels je viens d'entrer, qu'il n'en est pas ainsi, que les familles se trouvent réellement groupées par des analogies nombreuses, tirées de l'ensemble des caractères que présentent les corps qui leur servent de types; que le tableau ramifié auquel on arrive est étendu forcément en série linéaire, et par conséquent artificielle, par suite de la nécessité où l'on est de parler des choses l'une après l'autre. Les coupures ont été faites dans cette série sans changer aucunement l'ordre des rapports établis, et c'est alors seulement que les caractères qui ont frappé M. Berzelius ont été employés ; ils pouvaient l'être alors, comme beaucoup d'autres, sans que l'on s'embarrassât de leur plus ou moins d'importance, puisqu'ils ne servaient en rien à rapprocher ou à éloigner les familles.

J'avoue que les caractères que j'ai employés pour distinguer les trois divisions que j'ai établies, en les empruntant au Mémoire de M. Ampère, ne sont pas tout-à-fait absolus, c'est à-dire, tellement tranchés qu'ils appartiennent à une des divisions, sans se retrouver en aucune manière dans les autres. Je sais en effet que la

propriété d'être gazeux ou de former des gaz permanens, qui caractérise les types des familles comprises entre les silicides et les arsénides, n'est pas absolument restreinte à ces corps, puisqu'on reconnaît des indices de volatilité dans quelques oxides qui appartiennent aux autres séries ; on peut cependant objecter que ce n'est pas à la température ordinaire, comme dans les premiers. Je sais encore que s'il est certain que les types des familles comprises entre les antimonides et les magnésides inclusivement, donnent en général des solutions blanches, il en est cependant quelques-unes qui, dans quelques circonstances, donnent des solutions légèrement colorées ; de même, si les types des familles comprises entre les manganides et les titanides donnent en général des solutions colorées, il en est plusieurs qui, à un certain degré d'oxidation, donnent des solutions blanches. Il résulte de là, sans doute, que ces caractères n'établissent pas toujours une séparation bien nette entre les divisions, et c'est pour cela que j'ai dit plus haut qu'il valait peut-être mieux aujourd'hui laisser la série entière. Je remarquerai cependant qu'il n'est pas très-important ici d'établir des séparations absolues, que cela est même impossible dans une méthode naturelle, et qu'il n'est pas nécessaire d'être plus difficile dans le règne minéral que dans les autres, où il existe des anomalies de même genre dans les grandes divisions, sans que personne y voie autre chose qu'un léger inconvénient produit par la nécessité d'abréger les caractères : enfin je crois qu'on regardera toujours comme très-commode d'avoir quelques grandes coupures dans la série des espèces qui puissent faire quelques points de

repos dans la description, et je n'aperçois pas aujourd'hui la possibilité de faire des divisions plus nettement tranchées que celles que j'ai adoptées.

Je me trompe fort, ou il est certain que les réflexions auxquelles je viens de me livrer, sont tout-à-fait dans les principes qui doivent nous guider pour les classifications naturelles, et pour la formation des séries linéaires les moins artificielles possibles. En résumant les diverses observations que j'ai consignées ici dans l'intérêt de la science, je crois pouvoir en tirer les conclusions suivantes :

1°. Que rien n'empêche d'admettre pour tous les cas la définition généralement reçue de l'espèce minérale, savoir, la *réunion des corps formés des mêmes élémens, réunis en mêmes proportions*, et que la question des mélanges ne peut élever ici aucune difficulté;

2°. Que les genres proposés par M. Berzelius, qu'il faudrait définir la *réunion des composés de mêmes formules chimiques*, introduisant dans la science, lorsqu'on veut se conduire d'une manière conséquente, une multitude de divisions dont on ne sent pas encore l'utilité, et conduisant par cela même à éloigner des substances qui ont entre elles les plus grands rapports, sans qu'il en résulte aucun avantage capable de compenser cet inconvénient, doivent être pour le moins ajournés;

3°. Qu'il suffit aujourd'hui d'admettre des groupes génériques plus étendus, et de définir le genre, la *réunion des espèces qui renferment le même principe minéralisateur* (le même élément électro-négatif). Ces groupes deviendront naturellement des familles si la science fait

des acquisitions assez nombreuses pour exiger la formation des groupes précédens;

4°. Que la méthode de M. Berzelius est tout-à-fait artificielle, par cela même que son auteur la fait reposer sur un principe unique déterminé *à priori*; que les inconvéniens de cette unité de principe se font surtout remarquer lorsqu'on cherche à réunir les genres en familles, parce que l'on ne parvient alors qu'à quelques couples invariables, et à une série de genres qui resteront toujours isolés, quels que soient les progrès de la science, en ce qu'ils le sont par le principe même;

5°. Que la réunion de tous les corps oxigénés en un même groupe est une faute contre le principe même de M. Berzelius, qui y nécessite plusieurs sous-divisions, et n'est fondée dans aucune autre; qu'elle présente, en outre, le grand inconvénient de rassembler en un seul groupe plus des trois quarts des espèces minérales;

6°. Que, pour réunir les genres en familles, il faut seulement admettre un principe chimique commun sans spécifier qu'il soit électro-positif ou électro-négatif, et prendre seulement ce principe de telle manière qu'il y ait le plus d'analogie possible entre les genres qu'on réunit;

7°. Que la nécessité où l'on est pour établir les familles, de démembrer les genres naturels oxides, et hydrates, difficulté que M. Berzelius a également rencontrée, et qu'il n'a évitée, en partie, qu'en se décidant à ne pas suivre rigoureusement les conséquences de son principe, ne tient ni à l'état actuel de la science, ni à

une erreur de raisonnement ; qu'elle provient des nombreux rapports que les espèces de ces deux genres ont individuellement avec beaucoup d'autres genres, et de la nécessité de faire des séries linéaires ; que cette difficulté disparaît lorsqu'on dispose ces corps en tableaux que l'on puisse lire à la fois dans plusieurs sens ; mais qu'étant obligé d'opter pour un sens unique de lecture, et de choisir celui qui rompt le moins possible les rapports, il faut de toute nécessité admettre les familles que j'ai adoptées. Si ces familles ne sont pas absolument naturelles, elles sont du moins les moins artificielles possibles.

8°. Que les deux classes établies par M. Berzelius sont illusoires, parce que l'une n'est formée que de quelques matières accidentellement enfouies dans le sein de la terre, et qui ne sont pas même des espèces déterminées, tandis que l'autre renferme réellement tout le règne minéral, et offre, par conséquent, l'ensemble sur lequel porte la question de division.

9°. Que pour grouper les familles entre elles il faut recourir à la comparaison des corps simples qui leur servent de types ; qu'en effectuant cette comparaison, on découvre un ensemble de propriétés qui établissent des rapports assez intimes pour qu'on puisse les nommer aujourd'hui des rapports naturels.

10. Que les rapports naturels des corps simples conduisent à grouper les familles en séries ramifiées, et que c'est toujours de cette manière qu'on doit en présenter l'ensemble ; mais que ne pouvant admettre une telle série dans un ouvrage descriptif ou dans une collection,

on est forcément conduit à l'étendre en série linéaire, qui, par cela même, est toujours plus ou moins artificielle, de quelque manière qu'on s'y prenne.

11°. Que parmi toutes les manières d'étendre la série ramifiée en série linéaire, on doit choisir celle qui rompt le moins possible les rapports naturels, et que celle que j'ai adoptée, uniquement parce qu'il en faut une, est de ce nombre.

12°. Que la série linéaire nécessaire pour la description des espèces, ou pour l'arrangement d'une collection, étant une fois établie de manière à être la moins artificielle possible, on peut y faire autant de coupures que l'on voudra sans que ces coupures changent en rien les rapports des familles; que ces coupures trouveront naturellement leurs caractères dans l'exposition des analogies par lesquelles on a groupé les familles, mais que, vu la longueur de ces caractères complets, on peut se borner à des caractères plus simples qui soient seulement communs à toutes les familles de chaque coupure, et que ces caractères n'ont pas besoin d'avoir une grande importance, puisque ce ne sont pas eux qui établissent les rapprochemens.

13°. Qu'il est impossible de faire dans la série linéaire des coupures dont les caractères soient absolus, mais que cela n'est pas plus nécessaire en minéralogie que dans les autres parties d'histoire naturelle; que les coupures que j'ai admises, d'après M. Ampère, présentant des caractères abrégés qui offrent peu d'anomalies, et qui surtout n'en offrent pas d'importantes, peuvent être adoptées, sans y attacher d'importance, comme déterminant des points de repos qui facilitent l'étude.

14°. Enfin, que c'est à tort que M. Berzelius a cru que les rapprochemens que j'ai faits entre les familles, étaient fondés sur les caractères que j'ai adoptés pour caractériser les coupures que j'ai faites dans la série linéaire.

Note *de M. le général* Treussart *sur la Fabrication des Pouzzolanes ou trass factices.*

M. Raucourt, ingénieur des Ponts et Chaussées, a publié à Saint-Pétersbourg, en 1822, un ouvrage sur les mortiers. Dans le chapitre XXIII, l'auteur a annoncé que le contact de l'air était nécessaire pour transformer par la calcination les argiles en bonnes pouzzolanes factices; il pense également que le contact de l'air est nécessaire pour la fabrication des chaux hydrauliques artificielles, provenant de chaux grasses chauffées avec une petite quantité d'argile; enfin, il pense que la magnésie et tous les oxides métalliques, convenablement préparés par le feu, peuvent former avec la chaux des combinaisons susceptibles de durcir dans l'eau.

Les expériences que j'ai faites sur les mortiers hydrauliques et qui se trouvent dans le 7e numéro du *Mémorial de l'Officier du Génie*, ont fait voir que les oxides de fer et de manganèse, ainsi que la magnésie, ne donnent à la chaux aucune propriété hydraulique, et jusqu'ici on n'a trouvé aucun oxide métallique qui puisse communiquer cette propriété.

M. Raucourt rapporte plusieurs expériences qui paraissent prouver que si on fait chauffer des chaux com-

munes avec une petite quantité d'argile en contact avec l'air, pour faire des chaux hydrauliques factices, le durcissement de ces chaux hydrauliques est plus prompt que lorsqu'on les chauffe sans le contact de l'air; mais cet ingénieur n'a point examiné si la résistance des mortiers était plus grande.

M. Raucourt n'a rapporté aucune expérience pour prouver l'influence de l'air dans la fabrication des pouzzolanes artificielles; quant à moi, toutes celles que j'ai faites depuis 1820 sur cette fabrication, m'ont présenté des anomalies que je n'ai pu expliquer que par l'influence de l'air atmosphérique. Je crois utile de les faire connaître, attendu qu'elles prouvent que l'air a en effet une grande influence sur la fabrication des pouzzolanes artificielles.

J'ai pris de l'argile qu'on fait venir à Strasbourg, des environs de Francfort, pour en faire de l'alun; cette terre, d'après l'analyse qui en a été faite par M. Berthier, ingénieur en chef des Mines, contient les substances suivantes : silice — 0,500; alumine — 0,327; magnésie — 0,015; oxide de fer — trace; eau — 0,160. Sa couleur est noire; mais en la chauffant, elle passe successivement par diverses teintes de bleu pour arriver ensuite à une couleur blanche lorsqu'elle a été fortement calcinée. J'ai pris des morceaux de cette terre, de la forme et de la grosseur d'une brique moyenne; je les ai fait chauffer dans le four à alun où les terres sont calcinées en contact avec l'air atmosphérique; j'ai fait aussi chauffer d'autres portions des mêmes terres dans un four à chaux où la calcination a lieu sans que le contact de l'air soit à beaucoup près aussi grand, attendu que pour con-

centrer la chaleur, on ferme la partie supérieure du four par des décombres, de manière à ne laisser passer que la quantité d'air nécessaire pour entretenir la combustion; j'ai répété cette opération plusieurs fois, et j'ai pris dans les deux fours les morceaux qui me paraissaient, d'après leur couleur, avoir éprouvé le même degré de calcination; j'ai fait des mortiers, en prenant une partie de chaux commune et deux parties de ces argiles calcinées réduites en poudre : en examinant les expériences que j'ai faites depuis 1820, j'ai reconnu que les mortiers qui ont été faits avec les argiles de Francfort calcinées dans le four à alun où elles étaient en contact avec un courant d'air, ont durci dans l'espace de deux à trois jours, et ont supporté, au bout d'un an d'immersion dans l'eau, des poids de 192 à 263 kilogrammes avant de se rompre; tandis que ceux qui ont été faits avec les mêmes argiles calcinées dans le four à chaux, n'ont durci qu'au bout de trente jours, et se sont rompus sous les faibles poids de 20 à 25 kilogrammes. Il y a même un de ces mortiers qui, au bout d'un an d'immersion dans l'eau, était encore très-mou. J'ai ensuite fait l'expérience suivante avec une autre agile.

J'ai pris de l'argile de Holzheim, près Strasbourg; cette terre ne contient point de chaux et elle renferme une assez grande quantité de fer; en la chauffant, on peut juger facilement du degré de calcination qu'elle a éprouvé, par sa couleur qui varie suivant qu'on l'a plus ou moins chauffée. J'ai formé deux briques de cette terre : l'une était sans addition d'aucune substance, et l'autre était mélangée avec $\frac{2}{100}$ de chaux; j'ai ensuite fait calciner ces deux briques dans le four à chaux, en les

plaçant avec les briques ordinaires et dans l'endroit où il m'a paru qu'elles seraient le moins en contact avec l'air. J'ai ensuite pris un grand creuset de Hesse au fond duquel j'ai fait un trou, et j'y ai placé de l'argile de Holzheim sans aucun mélange, et de la même argile mélangée comme ci-dessus avec $\frac{2}{100}$ de chaux; les morceaux de cette argile étaient de la grosseur d'une noix et n'étaient point comprimés; j'ai séparé par une ardoise percée de trous, l'argile qui contenait de la chaux, de celle qui n'en contenait point; j'ai alors mis ce creuset dans un fourneau à réverbère, en plaçant le trou entre deux des barreaux du cendrier; j'ai ensuite entouré le creuset avec du charbon, et j'ai poussé le feu de manière à tenir les morceaux d'argile à un rouge cerise: on voit qu'au moyen des précautions indiquées ci-dessus, il s'est nécessairement établi un grand courant d'air dans le creuset, et que tous les morceaux d'argile ont été calcinés au milieu de ce courant. Au bout de six heures, j'ai reconnu que cette argile avait la même couleur que celle qui avait été calcinée au four à chaux; j'ai alors cessé le feu, et après le refroidissement j'ai réduit en poudre ces morceaux d'argile calcinés, et les deux briques qui avaient été chauffées au four à chaux; j'ai fait ensuite quatre caisses de mortiers en prenant une partie de chaux commune en pâte et deux parties de ciment dont je viens de parler; j'ai mis ces mortiers dans l'eau; ils ne sont point encore rompus; mais voici le résultat que j'ai obtenu quant au durcissement.

Le mortier fait avec le ciment d'argile chauffée au four à chaux, sans aucun mélange, n'a durci qu'au

bout de trente jours; celui qui a été fait à l'aide de la même argile mélangée avec $\frac{2}{100}$ de chaux, et chauffée dans le même endroit, a durci au bout de dix-sept jours.

Le mortier fait avec la même argile chauffée sans aucun mélange pendant six heures, dans le creuset, au milieu d'un courant d'air, a durci dans l'espace de cinq jours, au lieu de trente qu'il a fallu dans le premier cas; enfin, le mortier fait avec la même argile mélangée de $\frac{2}{100}$ de chaux et chauffée de la même manière, a durci dans l'espace de trois jours, au lieu de dix-sept qu'il avait fallu dans le cas du mélange calciné au four à chaux sans courant d'air.

Il me paraît probable que si, au lieu de chauffer aussi fortement pendant si peu de temps, j'avais chauffé moins fort et plus long-temps pour amener les argiles qui étaient dans le creuset au même degré de calcination que celles qui avaient été dans le four à chaux, j'aurais obtenu un durcissement encore plus prompt, attendu que les argiles se seraient trouvées pendant plus long-temps en contact avec l'air. Je me proposais de répéter ces expériences en faisant calciner diverses argiles à un courant d'air pendant divers laps de temps, d'abord sans y rien ajouter, ensuite en les mélangeant avec différentes quantités de chaux; mais mon changement de résidence m'a fait ajourner ces expériences. Il est difficile de prévoir tout l'avantage que l'on pourra tirer des argiles calcinées pendant long-temps dans un courant d'air atmosphérique.

L'argile de Francfort, dont j'ai parlé ci-dessus, contenant beaucoup de débris de végétaux, j'avais d'abord pensé qu'ils pouvaient produire des alcalis par la calci-

nation, et j'avais fait les deux expériences qui sont rapportées sous les n°s 42 et 43 du Mémorial, en calcinant des argiles avec un peu de lessive de cendres. On a vu que je n'avais obtenu qu'une légère augmentation dans la résistance des mortiers, et le durcissement a été lent. Depuis cette époque, j'ai fait calciner de l'argile de Holzheim avec diverses quantités de soude et de potasse; les mortiers qui ont été faits avec ces cimens ne sont point encore rompus, mais le durcissement a été de plus de quinze jours. J'ai aussi fait plusieurs expériences en mélangeant la même argile avec diverses proportions de magnésie, attendu que l'argile de Francfort en contient; mais le durcissement a été encore plus lent. Enfin, la silice qu'on ferait calciner de la même manière, ne donne point avec la chaux commune des mortiers qui durcissent dans l'eau.

D'après les expériences ci-dessus, j'ai dû conclure que l'air avait une grande influence sur la calcination des argiles : M. Raucourt paraît avoir eu la même idée; mais il ne cite aucune expérience, et s'il dit, pag. 130 de son ouvrage : « que le contact de l'air est nécessaire » pour modifier de la manière la plus favorable les oxides » que contiennent les terres, afin qu'ils puissent former » avec les chaux de bonnes combinaisons hydrauli- » liques; » d'un autre côté il dit, pag. 161, « que l'oxi- » gène est sans action sur les oxides terreux; d'où l'on » conclut que ce gaz n'a point d'influence sur les pro- » priétés hydrauliques des chaux. »

La terre de Francfort, avec laquelle j'ai fait les expériences ci-dessus, ne contient ni fer, ni chaux, et cependant en la calcinant à un courant d'air, j'ai obtenu

un durcissement dix fois plus prompt et une résistance dix fois plus grande que lorsque la calcination a eu lieu sans un grand contact avec l'air; j'ai fait voir que la silice et la magnésie exerçaient une faible action lorsqu'on les ajoutait aux terres qu'on voulait calciner : j'ai donc été porté à conclure que toute cette action s'exerçait sur l'alumine; j'ai pensé qu'à une température élevée cette substance pourrait absorber de l'oxigène, et que, dans cet état, elle était plus susceptible de se combiner par la voie humide avec la chaux pour former des mortiers hydrauliques.

Pour vérifier mes conjectures à cet égard, j'ai fait calciner de l'alumine à un courant d'air et au four à chaux; je l'ai réduite ensuite en poudre, et je l'ai mélangée avec de la chaux provenant d'un marbre blanc. Le mortier fait avec l'alumine calcinée à un courant d'air, a durci beaucoup plus vite que celui pour lequel j'avais employé l'alumine calcinée au four à chaux; d'un autre côté, j'ai été à même d'observer que, dans le premier cas, l'alumine se dissolvait plus facilement dans l'acide sulfurique que lorsque la calcination avait lieu sans le contact de l'air. Je suis donc porté à penser qu'à une température élevée l'alumine contenue dans les argiles absorbe de l'oxigène, et que c'est là ce qui rend les ciments qui en proviennent plus propres à se combiner avec les chaux communes par la voie humide (1).

---

(1) Toutes nos places du Nord, qui sont construites en briques, éprouvent des écorchemens considérables en très-peu de temps : il serait possible que cet effet fût dû en partie à ce que la calcination des briques a lieu ordinairement sans un

Les expériences faites avec l'argile de Holzheim font voir que la chaux hâte le durcissement, soit que la calcination ait lieu avec ou sans le contact de l'air; cela me ferait soupçonner que dans la calcination qui a lieu sans le contact de l'air, la chaux cède une partie de son oxigène à l'alumine.

La bonté de la cendrée de Tournay me paraît tenir à ce que la houille qu'on emploie dans la cuisson de la chaux, contient une assez grande quantité d'argile qui se trouve calcinée dans un fort courant d'air pendant la combustion. On aurait donc suivi à Tournay, depuis longtemps et sans s'en douter, le meilleur procédé pour fabriquer de la pouzzolane factice.

D'après ce qui a été exposé ci-dessus, je proposerai lorsqu'on voudra faire des pouzzolanes factices, de prendre des argiles qui soient grasses au toucher et qui contiennent un peu de chaux; on en fera des briques de moyenne dimension que l'on fera calciner dans un four à réverbère construit de manière à ce qu'elles soient pendant tout le temps de la calcination en contact avec un courant

---

grand contact avec l'air. D'après les faits qui sont exposés ci-dessus, il y a évidemment une grande différence entre les argiles calcinées avec ou sans le contact de l'air; je serais porté à croire que si l'on faisait calciner les briques sans fermer la partie supérieure des fours autant qu'on le fait, (ainsi qu'il me paraît que cela avait lieu autrefois lorsque le combustible était moins rare), elles seraient plus propres à résister à l'action de l'air : elles éprouvent actuellement une espèce de décomposition qui n'aurait peut-être plus lieu; c'est un essai qu'on pourrait faire.

d'air. Dans les pays où l'on fait de la brique, on pourra éviter la construction de ce four, en faisant calciner l'argile dans les fours ordinaires, et en ayant soin de ne pas fermer la partie supérieure du four, afin d'introduire pendant toute la durée de la cuisson un courant d'air entre toutes les briques. Avant d'entreprendre l'opération en grand, il sera bon de faire chauffer pendant divers laps de temps, dans un petit fourneau à réverbère, une certaine portion de l'argile que l'on veut employer, afin de reconnaître le degré de calcination qui est le plus convenable. On réduira en poudre très-fine les argiles calcinées à divers degrés, et on en fera des mortiers en employant une partie de chaux commune, mesurée en pâte, contre deux parties ou deux parties et demie de ces cimens. On mettra ces mortiers dans des verres, et on les plongera dans l'eau après leur avoir laissé prendre à l'air une demi-consistance pendant dix ou douze heures. Si, au bout de trois ou quatre jours, le durcissement est tel qu'en pressant fortement le mortier avec le pouce, on n'y fasse aucune impression (ainsi que cela a lieu avec la pouzzolane et le trass naturel), on peut être certain que l'on a une véritable pouzzolane factice.

Dans la fabrication en grand, on doit chercher à atteindre le degré de calcination du ciment qui fait durcir la chaux commune le plus promptement possible. Ce degré sera facile à reconnaître par la couleur que prend le ciment, lorsque l'argile qu'on a employée contient du fer, ainsi que cela a lieu presque toujours.

Un grand nombre d'expériences m'a fait connaître que lorsque les mortiers faits avec de la chaux com-

mune et de la pouzzolane factice durcissent promptement, ils présentent toujours une grande résistance. Il est à observer qu'on se sert souvent pour les mortiers à l'air, de cimens qui n'y produisent aucune amélioration et qui coûtent cependant fort cher. L'expérience m'a fait connaître à cet égard, que tous les cimens qui n'avaient pas la propriété de faire durcir les chaux communes dans l'eau, ne produisent pas plus d'effet dans les mortiers à l'air que si on n'y mettait que du sable; tandis que ceux qui faisaient durcir promptement les chaux communes dans l'eau, produisaient aussi à l'air d'excellens mortiers. Avant d'employer aucun ciment pour les mortiers qui doivent être exposés à l'air, on doit donc s'assurer par le moyen que je viens d'indiquer, s'il fait durcir promptement les chaux communes dans l'eau : ces sortes de cimens sont de véritables pouzzolanes factices. On pourra les appeler des *cimens hydrauliques.*

Dans les pays où l'on trouve des chaux hydrauliques naturelles, on doit, ainsi que je l'ai dit dans le Mémorial, les employer de préférence aux chaux communes, soit pour les constructions dans l'eau, soit pour celles à l'air. Pour les constructions importantes, il sera toujours prudent de mêler un peu de ciment hydraulique avec le mortier. Quant aux pays où l'on ne rencontre point de chaux hydrauliques naturelles, la suite de mes expériences me fait persister à croire qu'au lieu d'en faire artificiellement, il est préférable, tant sous le rapport de l'économie que sous celui de la résistance des mortiers, de faire directement du mortier hydraulique en employant de la chaux commune, du sable et

du ciment hydraulique; à Strasbourg, 1 partie de chaux commune mesurée en pâte, 1 partie $\frac{1}{2}$ de sable et 1 partie $\frac{1}{2}$ de ciment hydraulique, m'ont donné un très-bon mortier soit pour les constructions dans l'eau, soit pour celles à l'air.

Paris, le 1er novembre 1825.

Nouveau Catalogue *des chutes de pierres ou de fer; de poussières ou de substances molles, sèches ou humides, suivant l'ordre chronologique.*

Par Mr E. F. F. Chladni.

(Dans ce catalogue rectifié et complété que M. Chladni a bien voulu m'adresser, le signe ? indique les chutes que cet habile physicien ne considère pas comme parfaitement constatées.) (Ar.)

Chutes de pierres ou de fer, avant le commencement de notre ère.

? 1478 ans avant notre ère, en Crète; la pierre de foudre dont Malchus parle, probablement regardée comme symbole de Cybèle. *Chronique de Paros*, lig. 18 et 19. (La pluie de pierres dont parle Josué n'était peut-être que de la grêle.)

1200. Pierres conservées à Orchomenos. *Pausanias.*

? 1168. Une masse de fer sur le mont Ida, en Crète. *Chronique de Paros*, ligne 22.

? 705 ou 704. L'Ancyle, *probablement une masse de fer*, à-peu-près de la même forme que celle du Cap et d'Agram. *Plutarque.*

654. Pierres sur le mont Alban. Liv. 1, 30.

644. En Chine. *De Guignes.*

465. A Ægopotamos. *Plutarque, Pline et autres.*
Une pierre près de Thèbes. *Scholiaste de Pindare.*
211. En Chine. *De Guignes et Histoire générale de la Chine.*
De 205 à 206. Pierres ignées. *Plutarque, Fab. Max.*, c. 2.
192. En Chine. *De Guignes.*
176. Une pierre dans le lac de Mars. Liv. XLI, 3.
90 ou 89. *Lateribus coctis pluit. Pline* et *Jul. Obs.*
89. En Chine. *De Guignes.*
56 ou 52. Fer spongieux, en Lucanie. *Pline.*
? 46. Pierres à Acilla. *César.*
38, 29, 22, 19, 12, 9, 6. Chutes de pierres en Chine. *De Guignes.*

Pierres tombées à des époques qu'on ne peut pas déterminer.

La mère des dieux tombée à Pessinus.
L'Elagabal, à Emisa, en Syrie.
La pierre conservée à Abydos, et celle de Cassandria. *Pline.*
? La pierre noire et encore une autre qui se trouvent dans Caaba de la Mecque.

(La pierre conservée dans le siége de couronnement des rois d'Angleterre n'est pas, comme on l'avait pensé, une pierre météorique.)

Chutes de pierres ou de fer, après le commencement de notre ère.

Dans les années 2, 106, 154, 310 et 333, des pierres tombèrent à la Chine. Abel Rémusat. *Journ. de Phys.*, mai 1819.

(La prétendue pierre tombée du ciel en 416, à Constantinople, dont Sethus Calvisius fait mention dans son *Op. Chronolog.*, n'était qu'une pierre de la grande colonne de Constantin, qui par sa chute avait endommagé le piédestal.)

.... Une pierre dans le pays des Vocontins. *Pline.*

452. Trois grandes pierres en Thrace. *Cedrenus* et *Marcellinus*.

VIe siècle. Pierres sur le mont Liban, et près Emisa en Syrie. *Damascius*.

? 570 (à-peu-près). Pierres près Bender, en Arabie. *Le Coran*, VIII, 16; CV, 3 et 4, et les Commentateurs.

616. Pierres en Chine. *Abel Rémusat*.

? 648. Une pierre ignée à Constantinople. *Quelques Chroniques*.

839. Pierres dans le Japon. *Abel Rémusat*.

852, en juillet ou août. Une pierre dans le Tabaristan. *De Sacy* et *Quatremère*.

856, en décembre. Cinq pierres, en Egypte. *Les mêmes*.

885. Pierres dans le Japon. *Abel Rémusat*.

897. A. Ahmed-Dad. *Quatremère*, suivant le *Chron. Syr.*, en 892.

921. De grandes pierres à Narni. *Chronique manuscrite* du moine *Benedictus de Saint-Andrea*, qui se trouve dans la bibliothèque du prince Chigi, à Rome.

951. Une pierre à Augsbourg. *Alb. Stad.* et autres.

998. Pierres à Magdebourg. *Cosmas* et *Spangenberg*.

1009, ou peu de temps après, masse de fer dans le Djorjan. *Avicennes*.

(On a estropié le nom en *Lurgea* et *Cordova*.)

1021, entre le 24 juillet et le 21 août, pierres en Afrique. *De Sacy*.

1057. Une pierre en Corée. *Abel Rémusat*.

1112. Pierres ou fer, près Aquileja. *Valvasor*.

1135 ou 1136. Une pierre à Oldisleben. *Spangenberg* et autres.

1164, à la fête de la Pentecôte, fer en Misnie. *Geog. Fabricius*.

1249, 26 juillet. Pierres à Quedlinbourg, etc. *Spangenberg* et *Rivander*.

? XIIIe siècle. Une pierre à Wurzbourg. *Schotti phys. Cur.*

Entre 1251 et 1363. Pierres à Welikoi-Ustiug, en Russie. *Ann. de Gilbert*, tome XXXV.

? 1280. Une pierre à Alexandrie, en Egypte. *De Sacy*.

1300 environ. De grandes pierres en Aragon, d'après une *chronique manuscrite*, conservée dans le Musée national de Pest, en Hongrie, faisant la continuation de celle de *Martinus Polonus*.

1304, 1er octobre. Pierres à Friedland ou Friedberg. *Kranz* et *Spangenberg*.

1328, 9 janvier. Dans le Mortahiah et Dakhaliah. *Quatremère.*

? 1368. Dans le pays d'Oldembourg, une masse de fer. *Siebrand Meyer.*

1379, 26 mai. A Minde, en Hanovre. *Lerbecius.*

1421. Une pierre dans l'île de Java. *Sir Thomas Stamford Raffles*, vol. II, pag. 137.

? 1438. Pierres spongieuses, à Roa. *Proust.*

? .... Une pierre près Lucerne. *Cysat.*

1474, près Viterbo, deux grandes pierres. *Biblioteca Italiana*, tome XIX (septembre 1820), page 461.

1491, 22 mars. Pierre près de Crema. *Simoneta.*

1492, 7 novembre. A Ensisheim.

1496, 26 ou 28 janvier. Pierres à Cesena, etc. *Buriel* et *Sabellicus.*

1511, vers le milieu de septembre. Grande chute de pierres à Créma. *Giovani del Prato* et autres.

1516, en Chine. Deux pierres. *Abel Rémusat.*

1520, en mai. Pierres en Aragon. *Diego de Sayas.*

? 1528. De grandes pierres à Augsbourg. *Dresseri Chron. Saxon.*

? 1540, 28 avril. Une pierre dans le Limousin. *Bonav. de Saint-Amable.*

1540 à 1550. Masse de fer dans la forêt de Nannhof. *Albinus Meisniche Bergchronik* (c'est-à-dire, Chronique des mines de Misnie).

.... Fer en Piémont. *Mercati* et *Scaliger.*

1552, 19 mai. Pierres en Thuringe. *Spangenberg.*

1559. Pierres à Miskolz, en Hongrie. *Isthuanfi*, dans son *Historia Hungariæ.*

1561, 17 mai. A Torgo et Eilenbourg (exprimé par *Arcem Juliam*). *Gesner* et *de Boot.*

1580, 27 mai. Pierres près Gottingue. *Bange.*

1581, 26 juillet. Pierre en Thuringe. *Binhard, Olearius*, p.

1583, 9 janvier. A Castrovillari. *Costo*, *Mercati* et *Imperati.*

1583, 2 mars. En Piémont. *Mercati.*

1596, 1 mars. Pierres à Crevalcore. *Mitarelli.*

.... Dans le même siècle. Une pierre dans le royaume de Valence. *Cæsius* et *les Jésuites de Coimbra.*

1618, en août. Grande chute de pierres en Stirie. *Fundgruben der Orients.* (Mines de l'Orient, par M. *de Hammer.*)

1618. Masse métallique, en Bohême. *Kronland.*
1621, 17 avril. Masse de fer près Lahore. *Jean Guir.*
1622, 10 janvier. Pierre en Devonshire. *Rumph.*
1628, 9 avril. Près Hatford, en Berkshire. *Gentlem. Magaz.*
1634, 27 octobre. Pierres en Charollais. *Morinus.*
? 1635, 7 juillet. Pierre à Calce. *Valisnieri.*
1636, 6 mars. En Silésie. *Lucas* et *Cluverius.*
1637 (pas 1627), 29 novembre. En Provence. *Gassendi.*
1642, 4 août. En Suffolk. *Gentlem. Magaz.*
? 1643 ou 1644. Pierres en mer. *Wurfbain.*
1647, 18 février. Une pierre près Zwickau. *Schmid.*
1647, en août. Pierres en Westphalie. *Ann. de Gilbert.*
Entre 1647 et 1654. Une masse en mer. *Willmann.*
1650, 6 août. Une pierre à Dordrecht. *Senguerd.*
1654, 30 mars. Pierres dans l'île de Fune. *Bartholinus.*
..... A Varsovie, une grande pierre. *Petr. Borellus.*
..... A Milan, une petite pierre qui a tué un Franciscain. *Museum Septalianum.*
(La relation des pierres tombées en 1667 à Schiras, paraît fabuleuse.)
1668, 19 ou 21 juin. Grande chute de pierres à Véronne. *Valisnieri*, *Montanari*, *Pr. Carli.*
1671, 27 février. Pierres en Souabe. *Annales de Gilbert*, tom. XXXIII.
1674, 6 octobre. Pierres près Glaris. *Scheuchzer.*
? Entre 1675 et 1677. Pierres près Copinsha. *Wallace* et *Gentlem. Magaz.*, juillet 1806.
1677, 28 mai. Pierres à Ermendorf, qui probablement contenaient du cuivre. *Misc. nat. cur.* 1677, *app.*
1680, 18 mai. Pierres à Londres. *King.*
1697, 13 janvier. Près Sienne. *Soldani*, d'après *Gabrieli.*
1698, 19 mai. Pierre à Waltring. *Scheuchzer.*
1706, 7 juin. Pierre à Larisse. *Paul Lucas.*
1715, 11 avril. Des pierres non loin de Stargard, en Poméranie. *Ann. de Gilbert*, tom. LXXI, pag. 215.
1722, 5 juin. Pierres près Scheftlar, en Freisinge. *Meichelbeck.*
1723, 22 juin. A Plescowitz. *Rost* et *Stepling.*
(La prétendue chute de métal, en 1731. à Lessay, n'était qu'une phosphorescence électrique des gouttes de pluie, car dom Stalley ne dit pas : Il tombait des gouttes de métal embrasé et fondu, mais il tombait *comme* des gouttes, etc.)

1727, 22 juillet. Chute près de Liboschitz, en Bohême. *Stepling*.

1738, 18 août. Près Carpentras. *Castillon*.

1740, 25 octobre. Pierres à Rasgrad. *Annales de Gilbert*, tom. L.

1740 et 1741, en hiver. Une grande pierre en Groënland. *Egede*.

? 1743. Pierre à Liboschitz. *Stepling*. (Peut-être la même qui est indiquée à l'année 1723.)

1750, 1er octobre. Pierre près Coutances. *Huard* et *Lalande*.

1751, 26 mai. Fer à Hradschina, près Agram.

1753, 3 juillet. Pierres à Tabor. *Stepling* et *Mayer*.

1753, en septembre. A Laponas. *Lalande* et *Richard*.

1755, en juillet. Pierre en Calabre. *Domin*. *Tata*.

1766, en juillet. A Alboreto. *Troili*.

? 1766, 15 août. A Novellara. *Troili*. (Peut-être une pierre fondue par la foudre.)

1768, 13 septembre. Pierre à Lucé. *Mém. de l'Ac.*

..... Une pierre à Aire. *Mém. de l'Ac.*

1768, 20 novembre. Pierre à Maurkirchen. *Imhof*.

1773, 17 novembre. Pierre à Séna, en Aragon. *Proust*.

1775, 19 septembre. Près Rodach, en Cobourg. *Annales de Gilbert*, tom. XXIII.

1775 ou 1776. Pierres à Obruteza, en Volhynie. *Annales de Gilbert*, tom. XXXI.

1776 ou 1777, en janvier ou février. Près Fabbriano. *Soldani* et *Amoretti*.

1779. Pierres à Pettiswood, en Irlande. *Gentlem. Magaz.*

1780, 1er avril. Près Beeston, en Angleterre. *Lloyd's Evening-Post*.

1780 environ. Des masses de fer dans le territoire de Kinsdale, entre West-River Mountain et Connecticut. *Quarterly Review*, n° LIX, avril 1824.

1782. Pierre près de Turin. *Tata* et *Amoretti*.

1785, 19 février. Pierres à Eichstaedt. *Pickel* et *Stutz*.

1787, 1er octobre. Dans la province de Charkow, en Russie. *Ann. de Gilbert*, tom. XXXI.

1790, 24 juillet. Grande chute à Barbotan, etc.

1791, 17 mai. Pierres à Castel-Berardenga. *Soldani*.

1791, 20 octobre. A Menabilly, en Cornwallis. *King*.

1794, 16 juin. Aux environs de Sienne.

1795, 13 avril. A Ceylan. *Le Beck*.

1795, 13 décembre. Pierre en Yorkshire.

1796, 4 janvier. Près Bélaja-Zerkwa, en Russie. *Annales de Gilbert*, tom. XXXV.

1796, 19 février. En Portugal. *Southey*.

1798, 8 ou 12 mars. A Sales. *De Drée*, etc.

1798, 19 décembre. Pierres au Bengale. *Howard*, *Valentia*.

1801. Sur l'île des Tonneliers. *Bory de Saint-Vincent*.

1802, en septembre. Pierres en Ecosse. *Monthly-Magazine*, octobre 1802.

1803, 26 avril. Pierres aux environs de l'Aigle.

1803, 4 juillet. A East-Norton. *Phil. Mag.* et *Bibl. Brit.*

1803, 8 octobre. Une pierre près d'Apt.

1803, 13 décembre. Près Eggenfelde. *Imhof*.

1804, 5 avril. Près Glascow. *Phil. Mag.* et *Bibl. Brit.*

De 1804 à 1807. A Dordrecht. *Van-Beck-Calkoen*.

1805, 25 mars. Pierres à Doroninsk, en Sibérie. *Annales de Gilbert*, tom. XXIX et XXXI.

1805, En juin. Pierres à Constantinople. *Keugas-Ingigian*.

1806, 15 mars. A Alais.

1806, 17 mai. Pierre en Hantshire. *Monthly Mag.*

1807, 13 mars. Près Timochin, en Russie. *Annales de Gilbert*.

1807, 14 décembre. Pierres près de Weston, en Connecticut.

1808, 19 avril. A Borgo San-Donino. *Guidotti* et *Sgagnoni*.

1808, 22 mai. Près Stannern, en Moravie.

1808, 3 septembre. A Lissa, en Bohême. *De Schreibers*.

? 1809, 17 juin. En mer, près de l'Amérique septentrionale. *Medical. Reposit.* et *Bibl. Brit.*

1810, 30 janvier. Dans Caswell, en Amérique. *Phil. Mag.* et *Medical. Reposit.*

1810, en juillet. Une grande pierre à Shâbad, dans l'Inde. Le météore a causé de grands dégats. *Phil. Mag.*, tom. XXXVII.

1810, en août. Une pierre dans le comté de Tipperary, en Irlande. William Higgins en a publié l'analyse.

1810, 23 novembre. Pierres à Charsonville, près d'Orléans.

1811, 12—13 mars. Une pierre dans la province de Poltawa, en Russie. *Annales de Gilbert*, tom. XXXVIII.

1811, 8 juillet. Pierres à Berlanguillas.

1812, 10 avril. Près Toulouse.

1812, 15 avril. Une pierre à Erxleben. *Annales de Gilbert*, tom. XL et XLI.

1812, 5 août. A Chantonay. *Brochant*.

1813, 14 mars. Pierres à Cutro, en Calabre, pendant la chute d'une grande quantité de poussière rouge. *Bibl. Britan.*, octobre 1813.

? 1813, en été. Beaucoup de pierres près Malpas, non loin de Chester. *Thomson, Ann. of Philosophy*, nov. 1813. (La relation ne me paraît pas digne d'une entière confiance, parce qu'elle est anonyme, et surtout parce qu'il n'y a pas eu d'autres notices de cet événement.)

1813, 10 septembre. Pierres près Limerich, en Irlande. *Phil. Mag.* et *Gentlem. Mag.*

1813, 13 décembre, d'après Nordenskiold (*Annales de Chimie*, tom. XXV, pag. 78), ou :

1814, en mars, d'après un rapport communiqué à l'Académie de Pétersbourg. Pierres aux environs de Lontalax et Sawitaipal, non loin de Wirborg, en Finlande. Ces pierres ne contiennent pas de nickel.

..... (M. Murray fait mention, dans le Phil. Mag., juillet 1819, pag. 39, d'une pierre tombée à Pulrose, dans l'île de Man, sans préciser la date; il dit que l'événement est certain, et que la pierre était très-légère et semblable à une scorie : elle devait donc ressembler aux pierres tombées en Espagne, en 1438.)

1814, 3 février. Pierre près Bacharut, en Russie. *Ann. de Gilbert*, tom. L.

1814, 5 septembre. Pierre près d'Agen.

1814, 5 novembre. Dans Doab, aux Indes. *Phil. Mag.*, *Bibl. Brit.*, *Journal of Sciences*.

1815, 18 février. Une pierre à Duralla, aux Indes. *Phil. Mag.*, août 1820, pag. 156.

1815, 3 octobre. A Chassigny, près de Langres. *Pistollet. Ann. de Chimie*.

1816. Pierre à Glastonbury, en Sommersetshire. *Phil. Mag.*

? 1817, entre le 2 et le 3 mai. Probablement des masses sont tombées dans la mer Baltique : après l'apparition d'un grand météore à Gothembourg, on a vu, à Odensée, une pluie de feu descendre très-rapidement vers le S. E. *Journaux danois*.

? 1818, 15 fevrier. Une grande pierre paraît être tombée à Limoges, dans un jardin au sud de la ville. Après

l'explosion d'un grand météore, une masse qui tomba fit dans la terre une excavation d'un volume égal à celui d'une grande futaille. *Gazette de France, et Journal du Commerce*, du 25 février 1818.

(Il aurait fallu, et il serait encore convenable de déterrer la masse.)

1818, 30 mars. Une pierre près de Zaborzyca, en Volhynie (analysée par M. Laugier. *Ann. du Muséum*, 17e année, 2e cahier).

1818, 10 août. Une pierre à Slobotka, dans la province de Smolensk, en Russie, *d'après plusieurs journaux.*

1819, 13 juin. A Jonzac, département de la Charente-Inférieure. Ces pierres ne contiennent pas de nickel.

1819, 13 octobre. Pierres près de Politz, non loin de Géra ou Kostritz, dans la principauté de Reuss. *Ann. de Gilbert*, tom. LXIII.

? 1820, entre le 21 et le 22 mars, dans la nuit, à Vedenburg, en Hongrie. *Hesperus*, tom. XXVII, cah. 3.

1820, 12 juillet. Pierres près de Likna, dans le cercle de Dunaborg, province de Witepsk, en Russie. *Théodore Grotthus. Ann. de Gilbert*, tom. LXVII.

1821, 15 juin. Pierres près de Juvénas. Elles ne contiennent pas de nickel.

1822, 3 juin. A Angers. *Ann. de Chimie.*

1822, 10 septembre. Près Carlstadt, en Suède.

1822, 13 septembre. Près la Baffe, canton d'Epinal, département des Vosges. *Ann. de Chimie.*

1823, 7 août. Près Nobleboro, en Amérique. *Silliman's American Journ.*, tom. VII.

1824, vers la fin de janvier. Beaucoup de pierres près Arenazzo, dans le territoire de Bologna. Une d'elles, pesant douze livres, est conservée dans l'Observatoire de Bologne. *Diario di Roma.*

1824, au commencement de février. Grande pierre dans la province d'Irkutsk, en Sibérie. *Quelques journaux.*

1824, 14 octobre. Près Zébrak, cercle de Béraun, en Bohême. La pierre est conservée au Muséum national de Prague.

Masses de fer auxquelles on peut attribuer une origine météorique.

Les masses de fer, probablement météoriques, se distinguent par la présence du nickel, par leur tissu, par leur malléabilité et leur gisement isolé. Quelques-unes de ces masses sont *spongieuses* ou *cellulaires;* les cavités se trouvent remplies d'une substance pierreuse, semblable au péridote. Dans ce nombre, il faut ranger :

La masse trouvée par Pallas, en Sibérie, dont les Tartares connaissaient l'origine météorique.

? Un morceau trouvé entre Eibenstock et Johanngeorgenstadt.

Une masse conservée dans le cabinet impérial de Vienne, provenant peut-être de la Norwège.

Une petite masse, pesant quatre livres, qui se trouve maintenant à Gotha.

D'autres masses sont solides. Le fer consiste alors en rhomboïdes ou en octaèdres, composés de couches ou feuilles parallèles.

La seule chute connue de masses de ce genre, est celle qui eut lieu à Agram, en 1751.

Quelques autres masses semblables ont été trouvées:

Sur la rive droite du Sénégal. *Compagnon, Forster, Golberry.*

Au cap de Bonne-Espérance. *Van Marum* et *de Dankelmann.*

Au Mexique, dans différens endroits. *Sonneschmidt, de Humboldt*, voyez aussi *la Gazeta de Mexico*, tom. I et V.

Au Brésil, dans la province de Bahia. *Wollaston* et *Mornay.*

Dans la juridiction de Saint-Jago del Estero. *Rubin de Celis.*

A Elbogen, en Bohême. *Ann. de Gilbert*, tom. XLII et XLIV.

Près de Lénarto, en Hongrie. *Annales de Gilbert*, tom. XLIX.

Près de la rivière Rouge. La masse a été envoyée de la Nouvelle-Orléans à New-Yorck. *American Mineralogical Journal*, vol. I. Le col. Gibbs l'a analysé et y a trouvé du nickel.

(Il y a encore d'autres masses semblables dans le même pays, d'après *The Minerva*, de New-Yorck, 1824.)

Aux environs de Bitbourg, non loin de Trèves. (Cette masse pèse 3300 livres; elle contient du nickel. L'analyse faite par le colonel Gibbs se trouve dans l'*American Mineralogical Journal*, vol. I.)

Près de Brahin, en Pologne. (Ces masses, d'après les analyses de M. Laugier, contiennent du nickel et un peu de cobalt.)

Dans la république de Colombie, sur la Cordillière orientale des Andes. *Boussingault* et *Mariano de Rivero. Ann. de Chimie*, tom. XXV.

A quelque distance de la côte septentrionale de la Baie de Baffin, dans un endroit nommé *Sauwallik*. Il y a deux masses : l'une paraît être solide; l'autre est pierreuse et mêlée de morceaux de fer, dont les Esquimaux font des espèces de couteaux. Capit. Ross.

? Peut-être faut-il ranger dans cette classe, une grande masse d'environ quarante pieds de haut, qui se trouve dans la partie orientale de l'Asie, non loin de la source de la rivière Jaune, et dont les Mogols, qui l'appellent *Khadasut-filao*, c'est-à-dire Roche du pôle, disent qu'elle tomba à la suite d'un météore de feu. *Abel Rémusat.*

Il existe des masses d'une *origine problématique.* De ce nombre sont:

Une masse d'Aix-la-Chapelle, qui contient de l'arsenic. *Ann. de Gilbert*, tom. XLVIII.

Une masse trouvée dans le Milanais. *Ann. de Gilbert*, tom. L.

La masse trouvée à Groskamsdorf, contenant, d'après Klaproth, un peu de plomb et de cuivre.

(Il paraît qu'on l'a fondue, et que les morceaux conservés à Freyberg et à Dresde, ne sont que de l'acier fondu qu'on a substitué aux fragmens de la masse primitive.)

Chutes de poussières et de substances molles, sèches ou humides.

Tout ce qu'on a observé dans ces chutes, nous fait présumer qu'elles ne diffèrent pas essentiellement des chutes de pierres. Quelquefois elles ont été accompagnées de chutes de pierres, comme aussi d'un météore de feu. Les poussières paraissent contenir à-peu-près les mêmes substances que les pierres météoriques. Il semble qu'il n'y a d'autre différence que dans la rapidité avec laquelle ces amas de matière chaotique, dispersée dans l'univers, arrivent dans notre

atmosphère ; mais, dès-lors, ces substances doivent subir de plus ou moins grands changemens suivant l'intensité de la chaleur que la compression développe dans l'air. Probablement dans la poussière rouge et noire, l'oxide de fer est la principale matière colorante. Dans la poussière noire on trouvera sans doute aussi du carbone. Je regarde les pierres noires et très-friables tombées à Alais en 1806, comme faisant le passage de la poussière noire aux météorolithes ordinaires, la chaleur n'ayant pas été suffisante pour brûler le carbone de ces pierres et pour fondre les autres substances.

L'an 472 de notre ère (suivant la chronologie de Calvisius, Plaifair, etc.), le 5 ou 6 novembre, grande chute de poussière noire, probablement aux environs de Constantinople); le ciel semblait brûler. *Procope* et *Marcellin* l'ont attribuée au Vésuve. *Menæa*, *Menolog. Græc.* *Zonaras*, *Cedrenus*, *Theophanes.*

652. A Constantinople, pluie de poussière rouge. *Theophanes*, *Cedrenus*, *Matthieu Eretz.*

743. Un météore et poussière dans différens endroits. *Theophanes.*

.... Au milieu du IXe siècle. Poussière rouge et matière semblable au sang coagulé. *Continuat. du Georg. Monachus*, *Kazwini*, *Elmazen.*

869. Pluie rouge pendant trois jours, aux environs de Brixen. *Hadrianus Barlandus.* (Peut-être ce phénomène est-il le même que le précédent.)

929. A Bagdad, rougeur du ciel et chute de sable rouge. *Quatremère.*

1056. En Arménie, neige rouge. *Matth. Eretz.*

1110. En Arménie, dans la province de Vaspouragan, en hiver, durant une nuit obscure, chute d'un corps enflammé dans le lac de Van. L'eau devint de couleur de sang, et la terre était fendue dans différens endroits. *Matth. Eretz.* (*Notices et extraits de la Bib.*, t. IX.)

1222 ou 1219. Pluie rouge aux environs de Viterbo. *Bibl. Italiana*, tome XIX.

1416. Pluie rouge, en Bohême. *Spangenberg.*

? .... Dans le même siècle, à Lucerne, chute d'une pierre et d'une masse semblable à du sang coagulé, avec apparition d'un dragon igné (ou météore de feu). *Cysat.*

1501. Pluie de sang dans différens endroits, suivant quelques chroniques.

1543. Pluie rouge, en Westphalie. *Suni Commentarii.*

1548, 6 novembre (probablement en Thuringe). Chute d'un globe de feu, avec beaucoup de bruit : on trouva ensuite sur le sol une substance rougeâtre, semblable au sang coagulé. *Spangenberg.*

1557. En Poméranie. Grandes plaques d'une substance semblable au sang coagulé. *Mart. Zeiler*, tom. II, epist. 386.

1560. Jour de la Pentecôte, pluie rouge à Emden et à Louvain, etc. *Fromond.*

1560, 24 décembre. A Lillebonne, météore de feu et pluie rouge. *Natalis Comes.*

? 1582, 5 juillet. A Rockausen, non loin d'Erfort, chute d'une grande quantité d'une substance fibreuse, semblable à des crins humains, à la suite d'une tempête horrible, analogue à celles qu'amènent les tremblemens de terre. *Michel Bapst.*

1586, 3 décembre. A Verde (en Hanovre), chute de beaucoup de matière rouge et noirâtre, avec éclairs et tonnerre (météore de feu et détonation). Cette matière brûlait les planches sur lesquelles elle tombait. *Manuscrit de Salomon*, sénateur à Brême.

1591. A Orléans, à la Madeleine, pluie de sang. *Lemaire* (Ln.).

1618, en août. Chutes de pierres, météore de feu et pluie de sang, en Stirie. *De Hammer.*

1623, 12 août, à Strasbourg. Pluie rouge. *Elias Habrecht*, dans un Mémoire imprimé à Strasbourg en 1623.

1637, 6 décembre. Chute de beaucoup de poussière noire dans le golfe de Volo et en Syrie. *Phil. Transact.*, tome I, page 377.

1638. Pluie rouge à Tournay.

1643, en janvier. Pluie de sang à Vachingen et à Weinsberg, suivant une *Chronique manuscrite de la ville de Heilbronn.*

1645, 23 ou 24 janvier. A Bois-le-Duc.

1640, 6 octobre. Pluie rouge à Bruxelles. *Kronland* et *Wendelinus.*

1652, en mai. Masse visqueuse, à la suite d'un météore lumineux, entre Sienne et Rome. *Miscell. Acad. nat. curios.*, ann. IX, 1690.

? 1665, 23 mars, près Laucha, non loin de Naumburg, il tomba une substance fibreuse, comme de la soie bleue, en grande quantité. *Joh. Praetorius.*

1678, 19 mars. Neige rouge, près de Gênes. *Philos. Trans.*, 1678.

1686, 31 janvier, près de Rauden en Courlande, et en même temps en Norwège et en Poméranie. Une grande quantité d'une substance membraneuse, friable et noirâtre, semblable à du papier demi-brûlé. *Miscell. Ac. nat. cur. ann.* 7, *pro ann.* 1688 *in append.* (M. le baron Théodore de Grotthus a analysé une portion de cette substance, qui avait été conservée dans un cabinet d'histoire naturelle, et y a trouvé de la silice, du fer, de la chaux, du carbone, de la magnésie, une trace de chrome et de soufre, mais point de nickel.)

1689. Poussière rouge à Venise, etc. *Valisnieri.*

1711, 5 et 6 mai. Pluie à Orsion, en Suède. *Act. Lit. Sueciæ*, 1731.

1718, 24 mars. Chute d'un globe de feu dans l'île de Lethy, aux Indes. On a trouvé ensuite une matière gélatineuse. *Barchewitz.*

1719. Chute de sable dans la mer Atlantique (lat. sept. 45°, longit. 322° 45′), accompagnée d'un météore lumineux. *Mém. de l'Acad. des Sciences*, 1719, hist., pag. 23. (Il aurait fallu examiner ce sable avec plus d'attention.)

1721, vers le milieu de mars, Stoutgard. Météore et pluie rouge en grande quantité, d'après une notice écrite le 21 mars par un conseiller *Vischer.*

1737, 21 mai. Chute de terre attirable à l'aimant, sur la mer Adriatique, entre Monopoli et Lissa. *Zanichelli*, dans les *Opuscoli di Calogera*, tome XVI.

1744. Pluie rouge à Saint-Pierre d'Arena, près de Gênes. *Richard.*

1755, 20 octobre, sur l'île de Getland, l'une des Orcades. Poussière noire qui n'était pas venue de l'Hécla. *Philosoph. Transact.*, vol. L.

1755, 13 novembre. Rougeur du ciel et pluie rouge dans différens pays. *Nov. act. nat. cur.*, tome II.

1763, 9 octobre. Pluie rouge à Clèves, à Utrecht, etc. *Mercurio historico y politico de Madrid*, octobre 1764.

1765, 14 novembre. Pluie rouge en Picardie. *Richard.*

1781, en Sicile. Poussière blanche qui n'était pas volcanique. *Gioeni, Phil. Trans.*, tome LXXII.

1792, 27, 28 et 29 août sans interruption. Pluie d'une substance semblable à de la cendre, dans la ville de la

Paz, au Pérou. Ce phénomène ne pouvait pas être attribué à un volcan. On avait entendu des explosions et vu le ciel tout éclairé. La poussière occasiona de grands maux de tête, et donna la fièvre à plusieurs personnes. *Mercurio Peruano*, tome VI, 1792.

1796, 8 mars. On a trouvé en Lusace, après la chute d'un globe de feu, une matière visqueuse (1). *Ann. de Gilbert*, tome LV.

1803, 5 et 6 mars, en Italie. Chute de poussière rouge, sèche dans quelques lieux et humide dans d'autres. *Opuscoli scelti*, tome XXII.

1811, en juillet, près de Heidelberg. Chute d'une substance gélatineuse, à la suite de l'explosion d'un météore lumineux. *Ann. de Gilbert*, tome LXVI.

1813, 13 et 14 mars, en Calabre, Toscane et Frioul. Grande chute de poussière rouge et de neige rouge, avec beaucoup de bruit. Il tomba en même temps des pierres à Cutro, en Calabre. *Bibl. Brit.*, octobre 1813 et avril 1814.

(Sementini a trouvé dans la poussière : silice, 33; alumine, $15\frac{1}{2}$; chaux, $11\frac{1}{4}$; fer, $14\frac{1}{2}$; chrome 1; carbone, 9. La perte était 15. Il paraît que Sementini n'a pas cherché la magnésie et le nickel.)

1814, 3 et 4 juillet. Grande chute de poussière noire au Canada, avec apparition de feu. L'événement était semblable à celui de 472. *Phil. Mag.*, vol. XLIV.

1814. La nuit du 27 au 28 octobre, dans la vallée d'Onéglia, près de Gênes, pluie rouge. *Giornale di Fisica, etc.*, tome I, page 32.

1814, 5 novembre. On a trouvé dans le Doab, aux Indes, que chaque pierre tombée était dans un petit amas de poussière. *Phil. Mag.*

1815, vers la fin de septembre, la mer, au sud des Indes, était couverte de poussière sur une très-grande étendue, probablement à la suite d'une pareille chute. *Phil. Mag.*, juillet 1816.

1816, 15 avril. Neige rouge dans différens endroits de la

---

(1) J'en possède une petite partie qui a la consistance, la couleur et l'odeur d'un vernis brunâtre fort desséché. Je crois qu'elle se compose surtout de soufre et de carbone. MM. Guyton Morveau et Blumenbach en avaient aussi des portions.

partie septentrionale de l'Italie. *Giornale di Fisica, etc.*, tome I, 1818, page 473.

1819, 13 août, à Amherst, en Massachusets. A la suite d'un météore lumineux, il tomba une masse gélatineuse et puante. *Silliman Journal.* II. 335.

1819, 5 septembre, à Studein, en Moravie, dans la juridiction de Teltsch, entre onze heures et midi, le ciel étant serein et tranquille, pluie de petits morceaux de terre, provenant d'un petit nuage isolé et très-clair. *Hesperus*, novembre 1819, et *Ann. de Gilb.*, tome LXVIII.

1819, 5 novembre. Pluie rouge en Flandre et en Hollande. *Ann. génér. des Sciences physiques.* (On a trouvé dans cette pluie du cobalt et de l'acide muriatique.)

1819, en novembre, à Montréal et dans la partie septentrionale des Etats-Unis. Pluie et neige noires, accompagnées d'un obscurcissement du ciel extraordinaire, de secousses comme durant un tremblement de terre, de détonations semblables à des explosions d'artillerie et d'apparitions ignées, qu'on a prises pour des éclairs très-forts. *Ann. de Chimie*, tome XV. Quelques personnes ont attribué le phénomène à l'incendie d'une forêt; mais le bruit, les secousses, etc., montrent que c'était un véritable météore, comme ceux de 472, de 1637, de 1762 et de 1814 (au Canada). Il paraît que les pierres noires et friables, tombées à Alais en 1806, étaient à-peu-près la même substance dans un état de coagulation plus avancé.

1821, 3 mai, à neuf heures du matin. Pluie rouge dans les environs de Giessen. M. le professeur Zimmermann ayant analysé le sédiment brun-rougeâtre que cette pluie laissait, y a trouvé du chrôme, de l'oxide de fer, de la silice, de la chaux, du carbone, une trace de magnésie et des parties volatiles, mais point de nickel.

1824, 13 août. Ville de Mendoza, dans la république de Buenos-Ayres. Poussière qui tombait d'un nuage noir. A une distance de 40 lieues, le même nuage se déchargea encore une fois. *Gazette de Buenos-Ayres*, du 1er novembre 1824.

M. Chladni n'a extrait de l'ouvrage de *Ma-Touan-Lin*, auteur chinois du 13e siècle traduit récemment par M. Abel Rémusat, que les dates concernant les aérolithes dont on avait pu retrouver les fragmens. Si l'on supposait que tous les globes de feu qui font de fortes explosions avant de disparaître, sont de vrais aérolithes, *Ma-Touan-Lin* aurait fourni 96 citations de plus. M. Rémusat montre que les Chinois et les Japonais notaient avec beaucoup d'exactitude tout ce qui se lie à l'apparition de ces singuliers phénomènes. Ils avaient remarqué que les pierres tombent quelquefois par un temps *parfaitement serein ;* ils comparaient *les détonations* qu'elles font à celles du tonnerre, au bruit d'un mur qui s'écroule, au mugissement d'un bœuf; *le sifflement* qui accompagne leur chute, au bruissement des ailes des oies sauvages ou d'une étoffe qu'on déchire. Suivant eux, les pierres sont toujours brûlantes au moment où elles atteignent le sol; leur surface extérieure est noire; quelques-unes résonnent quand on les frappe, comme des substances métalliques. Le nom qu'ils leur donnent veut dire *étoiles tombantes changées en pierres.*

Les Chinois croyaient que les apparitions des aérolithes étaient liées aux événemens contemporains, et c'est pour cela qu'ils en formaient des catalogues! Je ne sais pas, au reste, si nous aurions trop le droit de rire de ce préjugé : les savans d'Europe étaient-ils plus sages lorsque, se refusant à l'évidence des faits, ils affirmaient que des chutes de pierres venant de l'atmosphère étaient *impossibles.* L'Académie des Sciences ne déclarait-elle pas, en 1769, qu'une pierre ramassée au moment de sa chute, près de Lucé, par plusieurs personnes qui *l'avaient suivie des yeux jusqu'au point où elle atteignit le sol, n'était point tombée du ciel;* enfin le procès-verbal de la municipalité de *Lagrange de Juliac*, constatant que, le 30 août 1790, il tomba dans les champs, sur les toits des maisons, dans les rues du village, une grande quantité de pierres, ne fut-il pas traité, dans les journaux de l'époque, de conte ridicule *fait pour exciter la* PITIÉ *non-seule-*

ment des savans, mais de tous les gens raisonnables. Les physiciens qui ne veulent admettre que les faits dont ils entrevoient une explication, nuisent certainement plus à l'avancement des sciences que ceux auxquels on peut reprocher une trop grande crédulité.

Analyse *d'une nouvelle Substance minérale* (la Gay-Lussite).

Par Mr J.-B. Boussingault (1).

En soumettant quelques substances minérales à l'action du chalumeau, dans le but de m'exercer à l'usage de cet instrument, je trouvai qu'une d'entre elles, que jusqu'alors j'avais considérée comme de la chaux carbonatée, se comportait au feu tout différemment de ce qui est indiqué pour ce sel dans le traité que j'avais pris pour guide (2); or, comme les caractères donnés pour la voie humide ne permettaient pas de la distinguer du carbonate calcaire, je crus devoir l'examiner attentivement; mais avant de rapporter les expériences auxquelles

---

(1) L'intéressant Mémoire qu'on va lire ne m'est parvenu que depuis fort peu de temps. Je m'empresse de le publier comme une preuve nouvelle du zèle infatigable et de la grande habileté du jeune voyageur qui explore avec tant de succès les environs de Bogota. (Ar.)

(2) Berzelius : *De l'Emploi du chalumeau.*

je l'ai soumise, je dirai un mot sur son gisement et sur ses propriétés physiques.

Ce minéral se trouve en grande abondance à Lagunilla, petit village indien, situé à un jour de marche au S.-O. de la ville de Merida (1); c'est dans ce village qu'on exploite un carbonate de soude nommé *urao*, que nous avons décrit, M. Rivero et moi. Dans notre travail, nous rapportons qu'avant d'arriver à l'urao, les mineurs traversent une couche d'argile remplie d'une multitude de cristaux de carbonate de chaux, qu'ils appellent, à raison de leur forme, *clavos* (2); c'est cette substance cristallisée que nous avons confondue avec la chaux carbonatée, et qui me paraît aujourd'hui devoir constituer une espèce minérale particulière.

Ces cristaux se trouvent disséminés dans l'argile; ils sont transparens; mais quoique j'en aie eu beaucoup à ma disposition, je n'en ai pas trouvé un seul qui fût bien régulier. En général, ils présentent la forme d'un prisme rhomboïdal; quelquefois le prisme semble terminé par une pyramide : mais ce qu'on remarque sur tous ces cristaux, même sur les plus irréguliers, ce sont des stries transversales qui indiquent que, par le clivage, on en retirerait un rhomboïde.

L'éclat de cette subsance paraît être intermédiaire entre

---

(1) La ville de Merida a été détruite par le tremblement de terre de 1812, presque au même instant que Caracas. Nous avons trouvé Merida par les 8° 16′ de latitude nord et par 4$^{h.}$ 53′ 44″,4 de long. O. de Paris : elle est élevée au-dessus de la mer de 1611 mètres.

(2) Clous.

l'éclat de la chaux sulfatée et celui de la chaux carbonatée; elle raie le gypse, mais elle est rayée par le carbonate calcaire. Sa pesanteur spécifique, déterminée sur deux échantillons, a été trouvée égale à 1,928 pour le premier, et à 1,950 pour le second.

Exposée à l'action du feu dans un petit matras, elle éprouve une légère décrépitation et devient opaque. Pendant l'opération, l'eau ruisselle sur les parois du matras : la plupart des variétés de chaux carbonatée, placées dans les mêmes circonstances, ne dégagent point d'humidité.

Chauffée ou *flambée*, elle décrépite jusqu'à ce qu'elle ait acquis une température rouge; si alors on la soumet au dard de la flamme du chalumeau, elle se fond rapidement en un globule opaque, qui, une fois formé, est infusible; refroidi et mis sur la langue, il y développe une saveur alcaline très-prononcée. Ces caractères pyrognostiques suffisaient seuls pour distinguer cette substance de la chaux carbonatée; mais j'en rapporterai encore deux autres, tirés de la voie humide, qui ne permettront plus de les confondre.

1°. Si l'on verse sur un fragment du minéral de lagunilla, placé dans un verre de montre, quelques gouttes d'acide oxalique, il se fait une effervescence très-lente, et, quelques heures après, on trouve une poudre blanche recouverte de petits cristaux qu'il est aisé de reconnaître pour de l'oxalate de soude;

2°. Ce minéral se dissout avec une vive effervescence dans l'acide nitrique; si, lorsque la dissolution est complète, on l'abandonne à une évaporation spontanée, on

obtient constamment de beaux cristaux de nitrate de soude nageant au milieu d'une solution de nitrate de chaux.

Ces derniers caractères et d'autres essais qu'il serait inutile de rapporter ici, m'ayant démontré que le minéral de lagunilla contenait de la chaux, de la soude, de l'acide carbonique et de l'eau, j'ai déterminé la proportion de chacun de ces élémens de la manière suivante :

(1) Trois grammes de cristaux débarrassés, autant que possible, de l'argile qui s'y trouvait mélangée, ont été réduits en poudre et dissous dans l'acide nitrique étendu; pendant la dissolution, il s'est dégagé 0,86 gram. d'acide carbonique.

(2) Après la dissolution, la liqueur était troublée par une matière insoluble qu'on sépara par le filtre : c'était de l'argile; calcinée, elle pesa 0,03 gram.

(3) La dissolution nitrique (1) fut évaporée pour en chasser l'excès d'acide; on la précipita par le carbonate d'ammoniaque; on fit bouillir, puis l'on filtra. Le précipité de carbonate de chaux, bien lavé et privé d'eau par une légère calcination, pesa 0,94 gram., équivalant à 0,531 gram. de chaux.

(4) La liqueur filtrée (3), de laquelle on avait séparé la chaux, fut évaporée à siccité; le résidu, chauffé pour chasser les sels ammoniacaux, fut traité par l'acide sulfurique; le sulfate de soude, porté au rouge, pesa 1,40 gram., représentant 0,613 de soude. On fit dissoudre ce sulfate pour y chercher la magnésie, mais on n'en découvrit aucune trace.

Dans cette analyse, on peut remarquer que le déficit égale à peu-près le tiers de la substance employée, et si on le considère comme dû principalement à la présence de l'eau, les 3 gram. seraient composés de :

Acide carbonique.	0,860	pour % 28,66 ;
Soude.....	0,613	20,44 ;
Chaux.....	0,531	17,70 ;
Argile.....	0,030	01,00 ;
Eau.....	0,966	32,20.
	3,000	100,00.

(5) Pour s'assurer si réellement cette perte de 0,966 était due à l'eau, on chauffa, dans un creuset de platine et à une chaleur à peine rouge, 2 gram. du minéral réduit en poudre; ils perdirent au feu 0,64 gram., c'est-à-dire 32 pour 100. Ce résultat confirme ce qui avait été supposé.

Les 20,44 gram. de soude exigent, pour passer à l'état de carbonate, 13,52 d'acide carbonique, et les 17,7 gr. de chaux, pour passer au même état, en exigent 13,69. Mais 13,52 + 13,69 = 27,21, nombre qui représente le poids d'acide nécessaire à la saturation des deux bases; et comme celui d'acide trouvé directement est égal à 28,66, il s'ensuit qu'il y a 1,45 d'acide en excès; si cet excès n'est pas dû à une erreur d'analyse, il est probable qu'il provient de ce qu'il se trouve quelques particules de carbonate de soude mélangées accidentellement dans la substance examinée. La composition du minéral de lagunilla peut donc être présentée sous cette forme :

Carbonate de soude...	33,96 ;
Carbonate de chaux...	31,39 ;
Eau.....	32,20 ;
Acide carbonique....	01,45 ;
Argile.....	01,00.
	100,00.

Lorsque ce minéral, réduit en poudre fine, est mis en digestion avec l'eau, il s'y dissout en petite quantité; le liquide rougit alors le papier de curcuma et précipite par l'acide oxalique; mais une fois qu'il a été privé d'eau par la calcination, on peut le considérer comme un simple mélange des carbonates de soude et de chaux : ils peuvent être séparés l'un de l'autre par l'eau, qui dissout entièrement le sel alcalin, et laisse intact le sel calcaire. J'ai même employé ce moyen pour examiner le résidu provenant de la calcination des deux grammes qui ont servi à déterminer l'eau (5); ils ont fourni de cette manière :

Partie volatile...	0,64	Eau.....	32,00 ;
Partie soluble...	0,69	Carb. de soude....	34,50 ;
Partie insoluble..	0,64	Carb. de chaux....	31,00 ;
		Argile.....	01,00 ;
		Perte.....	01,50.
			100,00.

D'après ces résultats, on peut considérer le minéral de lagunilla comme formé de 1 atome de carbonate de soude, de 1 atome de carbonate de chaux et de 11 atomes d'eau (1);

(1) Thomson, t. II, p. 590. (Traduction.)

et comme le carbonate de soude cristallisé est précisément composé de 1 atome de sel anhydre uni à 11 atomes d'eau, on peut représenter sa composition par 1 atome de carbonate de chaux, combiné à 1 atome de carbonate de soude cristallisé, composition exprimée par la formule :

$$\dddot{C}a\,\dddot{C}^2 + \dddot{n}a\,\dddot{C}^2 + 11\,aq.$$

Cette formule donnerait pour la composition théorique de ce minéral :

Carbonate de chaux...	32,95 ;
Carbonate de soude...	34,76 ;
Eau.....	32,29.
	100,00.

Il résulte de cette analyse que le minéral de lagunilla est évidemment un carbonate double à base de chaux et de soude, et qu'il doit constituer une nouvelle espèce minérale analogue à la Dolomie.

Bogota. Février 1825.

Sur *la Gay-Lussite ou bi-carbonate hydraté de soude et de chaux, récemment découvert dans l'Amérique du Sud, par M.* Boussingault.

Par Mr L. Cordier.

En transmettant à M. Arago le Mémoire ci-dessus, M. Boussingault m'a fait prier d'examiner les caractères cristallographiques de la substance minérale dont

il annonce la découverte. Une dizaine de cristaux ou fragmens de cristaux, ayant de 1 à 3 centimètres de longueur sur quelques millimètres d'épaisseur, ont été mis à ma disposition par M. de Humboldt. On distinguait, à la première vue, que ces petits échantillons appartenaient à un système géométrique très-irrégulier, et qu'ils étaient plus ou moins affectés par un allongement excessif dans un certain sens. Un seul cristal s'est montré complet. Les grandes facettes observées sur les différens échantillons, étant fortement striées, et les autres en général fort petites, n'offrant que des surfaces ternes, quoique très-planes, je n'ai pu faire usage du goniomètre à réflexion pour mesurer les incidences. Je me suis servi du goniomètre ordinaire, et je dois dire qu'il m'a fallu quelque patience pour arriver à des résultats suffisamment satisfaisans. Indépendamment des mesures directes, je me suis utilement aidé des indications suggérées par la division mécanique, des considérations déduites du sens des stries, et des données fournies par la *loi de symétrie.*

Les angles que j'ai pu mesurer suffisent pour ce qui est essentiel, c'est-à-dire, pour la détermination du système de cristallisation et pour le tracé régulier des figures. Je donne ces angles comme je les ai trouvés; il y aura sans doute des rectifications à y faire quand nous posséderons de meilleurs échantillons; mais ces rectifications seront probablement peu importantes. On s'en servira pour déterminer plus rigoureusement que je n'ai pu le faire, les dimensions de la forme primitive, et pour calculer et coordonner toutes les incidences des faces; mais, ainsi que je viens de le dire, il n'en pourra résulter aucun changement appré-

ciable dans le tracé des figures, et le système de cristallisation restera tel que je vais le décrire.

Les caractères physiques et cristallographiques confirmant les résultats de l'analyse chimique, il est convenable, suivant l'usage des minéralogistes, d'imposer à la nouvelle substance de lagunilla un nom vulgaire. Je propose avec M. Boussingault celui de *gaylussite*, et j'espère que les minéralogistes n'hésiteront pas de confirmer l'hommage que nous avons eu l'intention de rendre à M. Gay-Lussac.

L'arragonite est la substance minérale avec laquelle les cristaux de gaylussite ont le plus de ressemblance. A leur légèreté près, on pourrait aisément les confondre avec la variété d'arragonite qui est bipyramidale très-allongée, lorsque cette variété est un peu déformée, ce qui arrive fréquemment.

La forme primitive de la gaylussite est un octaèdre irrégulier (figure 1, planche 2) dans lequel l'incidence des faces MM est de $70^d \frac{1}{2}$ et $109^d \frac{1}{2}$, et celle de l'arête C sur l'arête G d'environ $104^d \frac{3}{4}$. Il est très-probable que le petit axe horizontal est à l'une des arêtes verticales dans le rapport de 2 à 3.

Les quatre faces P sont les seules qui présentent des indices bien marqués de clivage.

L'octaèdre primitif est sous-divisible parallèlement au plan rhomboïdal EOE; ce clivage est très-difficile à obtenir; mais sa direction est presque toujours donnée par les stries qui sillonnent les faces secondaires des cristaux.

La molécule intégrante est un tétraèdre irrégulier.

M. Boussingault avait présumé que la forme primitive pourrait être un rhomboïde ; mais les observations qui précèdent ne confirment point cet aperçu. On voit par les mêmes observations que la forme primitive n'a point de rapport avec celles des carbonates composans.

Je n'ai observé que trois variétés de forme parmi les cristaux. Elles sont composées en grande partie de facettes secondaires. Il n'est pas aisé de faire concevoir comment ces facettes se coordonnent à l'octaèdre primitif. Il sera plus simple de les rapporter, ainsi que M. Haüy le faisait dans les cas analogues, au prisme oblique dans lequel l'octaèdre peut être inscrit en partant de l'aspect général des cristaux. Par une singularité remarquable, le prisme oblique auquel on est conduit pour la gaylussite, au lieu d'avoir les bases menées dans la direction xx' (fig. 2), et parallèlement à un plan également incliné sur les deux faces adjacentes à cette arête, offre ces mêmes bases placées en sens inverse et situées parallèlement au plan suivant lequel l'octaèdre est mécaniquement sous-divisible. Dans la description que je vais donner, j'emploierai le prisme circonscrit comme forme primitive substituée (noyau hypothétique de M. Haüy), en réduisant sa hauteur de moitié (fig. 3) ; ce qui permettra de mieux saisir le rapport des formes.

La première variété de forme est celle que j'appelle *quadridécimale* (fig. 4).

Sa génération, en partant de la forme primitive substituée, est exprimée par la notation symbolique suivante :

$$\left\{\begin{array}{l} M^{1}\ G^{1}\ \overset{2}{D}'\ \overset{2}{B}' \\ M\ \ S\ \ n\ \ P\,; \end{array}\right.$$

L'incidence de M sur M = $70^d \frac{1}{2}$;
de M sur s = $125 \frac{1}{4}$;
De l'arête z sur s = $151 \frac{1}{2}$.

Celle de n sur n m'a paru d'environ $109^d \frac{1}{2}$, c'est-à-dire, à-peu-près égale à celle de M sur le pan de retour M.

La facette s, étant un hexagone symétrique, peut servir de point de reconnaissance au milieu des déformations auxquelles les cristaux sont sujets ; elle prend quelquefois beaucoup d'extension.

En réalité, cette variété naît sur l'octaèdre (fig. 1) par un décroissement d'une rangée de molécules sur l'arête G, ce qui produit deux facettes, et par un décroissement de deux rangées sur l'angle A, et qui est dirigé vers l'arête D, ce qui produit quatre autres facettes. La réunion de ces facettes avec celles de l'octaèdre constitue un solide à quatorze faces. C'est de ce nombre que la variété tire son nom.

La seconde variété de forme, que j'appelle *apophane*, ne diffère de la première que par l'addition d'une petite facette rhomboïdale à chaque sommet (fig. 5).

En partant de la forme primitive substituée, la génération de cette forme est exprimée par la notation symbolique suivante :

$$\left\{ \begin{array}{lllll} M^1 & G^1 & \overset{2}{D}{}' & \overset{2}{B}{}' & T' \\ M & s & n & P & r. \end{array} \right.$$

L'incidence de la nouvelle facette r sur s est de $128^d \frac{1}{2}$ et sur S de retour de $51^d \frac{1}{2}$.

Rapportée à l'octaèdre (fig. 1), elle naît sur l'angle A par un décroissement d'une rangée de molécules ; ce qui

produit un plan parallèle au plan de clivage supplémentaire, suivant lequel on peut subdiviser l'octaèdre.

La présence de cette facette, sa forme symétrique et le parallélisme de ses côtés avec les stries des facettes *n* adjacentes, complètent les indications qui manifestent la structure des cristaux. Cette manifestation ne laisse rien à désirer, et c'est de là que la variété tire son nom.

L'allongement qui défigure si prodigieusement la plupart des cristaux se fait dans le sens d'une ligne menée sous un angle d'environ $35^{d}\frac{1}{2}$ du centre du rhombe $x'x''x'x''$ (fig. 2), sur le prolongement de l'arête qui correspond à l'angle supérieur de la base supérieure du prisme. Il en résulte la variété suivante.

Cette variété (fig. 6), qui est la troisième, portera le nom de *paradoxale*; sa génération est définie ainsi qu'il suit :

$$\left\{\begin{array}{l} {}^{1}G'\ \overset{4}{D}'\ \overset{2}{D}'\ \overset{2}{B}'\ T' \\ s\ \ m\ \ n\ \ P\ \ r. \end{array}\right.$$

L'incidence de la facette *r* sur l'arête *k* est de $144^{d}\frac{3}{4}$.

Celle des facettes *m*, l'une sur l'autre, paraît sensiblement voisine de 90^{d}; mais ces facettes sont trop profondément striées parallèlement aux arêtes *f*, pour qu'on puisse décider si elles se joignent exactement à l'angle droit.

L'aspect de cette variété est propre à induire en erreur sur le système général de cristallisation, et c'est de là qu'elle tire son nom. Elle se présente en effet sous la forme d'un long prisme dont la coupe transver-

sale est un carré, et dont on est tenté de prendre l'axe pour celui de la forme primitive.

Les observations cristallographiques exposées, il me reste à compléter les données que M. Boussingault a énoncées relativement aux caractères physiques du nouveau minéral.

Les cristaux sont ou diaphanes et sans couleur, ou demi-transparens et salis par une très-légère teinte grise due à la présence d'une quantité extrêmement faible d'argile disséminée en particules impalpables. On y voit aussi quelques petits nuages opaques, occasionés par la surabondance de la même matière sur différens points.

Ainsi que cela a été dit ci-dessus, la surface des facettes est terne.

J'ai reconnu que ce minéral est doué de la double réfraction à un degré éminent.

Il est maigre et froid au toucher, mais à un degré très-médiocre.

Il est d'ailleurs tendre, aigre et très-facile à casser.

La cassure obtenue par une percussion produite au hasard est conchoïde, passant à la cassure inégale. Il faut emprunter le secours d'une vive lumière pour y distinguer quelques petites surfaces planes, parallèles aux trois sens de clivage que j'ai indiqués. Il n'est pas possible d'y reconnaître les faibles indices de division mécanique qui sont parallèles aux deux autres directions.

La cassure jouit d'un vif éclat. Cet éclat est vitreux, passant à l'éclat adamantin.

Les fragmens sont irréguliers, offrant des arêtes peu tranchantes.

On les réduit facilement en poudre, et sans qu'il y ait de croquement notable sous le pilon.

La poussière est d'un blanc grisâtre, mate au toucher, et tache faiblement.

Je me suis assuré que cette poussière ne devient point phosphorescente sur les charbons ardens. Les cristaux ne sont, au reste, ni phosphorescens par le frottement, ni électriques par la chaleur.

Tout ce qui précède ajoute à l'évidence du résultat auquel M. Boussingault était parvenu. Le minéral dont il s'agit constitue bien certainement une espèce nouvelle. Sa découverte n'a pas moins d'intérêt pour le géologue que pour le minéralogiste. Elle prouve aussi que l'auteur ne cesse de travailler à justifier les espérances que les amis de la science ont fondées sur ses recherches.

Note *sur la Communication des mouvemens vibratoires par les liquides.*

Par M. Félix Savart.

Quelques-unes des parties qui concourent à la formation de l'organe auditif se trouvant, suivant quelques anatomistes, ou plongées dans des liquides ou en contact immédiat avec des liquides, j'ai cru qu'il pourrait être utile de rechercher de quelle manière les corps de cette espèce transmettent les mouvemens vibratoires qui leur sont communiqués.

On sait depuis long-temps que les sons peuvent être

propagés par les liquides, comme par tous les autres corps : ce n'est donc pas cette vérité que je vais chercher à établir ; je vais seulement tâcher de jeter du jour sur quelques-unes des circonstances les plus importantes qui accompagnent ce phénomène ; surtout sur la direction du mouvement imprimé aux particules d'un liquide, lorsqu'il se trouve en contact immédiat avec un corps vibrant.

L'expérience fait voir que les mouvemens vibratoires se transmettent à travers les liquides de la même manière qu'à travers les solides et les gaz ; c'est-à-dire que la direction du mouvement et le nombre primitif des vibrations se conservent sans altération, lorsqu'un corps communique son mouvement à un autre corps dont il est séparé par une couche de liquide. C'est ce qui sera prouvé par les expériences qui vont suivre.

Soit, par exemple, *AB*, fig. 1re, un vase de ferblanc, dont le fond soit plan et maintenu dans une direction horizontale ; *V*, une petite verge de verre fixée perpendiculairement à ce fond et vers son centre, avec du mastic ou de la cire d'Espagne : on verse de l'eau dans ce vase, jusqu'à ce que l'épaisseur de la couche qu'elle forme (partout constante à cause de l'horizontalité du fond) égale environ 3 ou 4 centimètres ; puis on met flotter sur sa surface une lame mince de bois *LL'* préalablement vernie. Tout étant ainsi disposé, si l'on imprime à *V* un mouvement tangentiel longitudinal, en la frottant légèrement avec les doigts mouillés, ce mouvement devient normal pour le fond du vase ; et en recouvrant *LL'* avec du sable, on observe que le mouvement y est aussi normal aux faces.

Si, après avoir ôté l'eau du vase, on plaçait entre LL' et le fond du vase AB une petite tige solide qui leur fût perpendiculaire, on observerait que le mouvement se transmettrait à travers cette tige, de la même manière qu'il le fait par l'eau. Il en serait de même si LL' était une membrane ou une lame fort mince, formée de quelque substance solide, et qu'il n'y eût entre elle et le fond AB qu'une couche d'air.

Tandis qu'on fait résonner avec un archet un vase de fer-blanc ou de verre, formé de parois planes, disposées rectangulairement entre elles, dans lequel on a versé de l'eau (fig. 2e), si l'on pose sur la surface du liquide une lame mince de bois, de verre ou de quelqu'autre substance solide, LL', non en contact avec les parois du vase, on observe que cette lame devient le siége de vibrations tangentielles, qui se produisent avec la plus grande régularité, comme on peut le constater en y versant une couche de sable ou de quelqu'autre poussière fine. On obtient absolument les mêmes résultats que si la petite lame était fixée directement aux parois du vase, en quelqu'un des points de son contour. Par exemple, si la petite lame qu'on fait flotter à la surface de l'eau est une petite verge de bois mince et étroite, dont les arêtes soient dirigées perpendiculairement à la paroi du vase sur laquelle on promène l'archet; le mouvement qui se communique est tangentiel longitudinal, et on le reconnaît, tant par la nature du mouvement dont les grains de sable sont animés, que par la disposition des lignes nodales, qui sont toutes dirigées perpendiculairement aux arêtes de la verge.

Ainsi le liquide qui se trouve entre le bout de la verge

et la paroi du vase, se comporte encore de la même manière qu'un corps solide ou qu'une couche d'air; car, en admettant que les particules du vase au point V se meuvent dans la direction de la flèche ab, perpendiculairement à cette paroi, puisque la verge LL' produit des vibrations tangentielles longitudinales, ses particules se meuvent dans une direction parallèle à ab, attendu que ses faces et ses arêtes sont parallèles à ab lui-même.

Au lieu de diriger les arêtes de la petite lame perpendiculairement aux parois du vase, si on les incline d'une plus ou moins grande quantité, les grains de sable continuent à se mouvoir dans le même sens ab, suivant lequel ils étaient emportés, quand les arêtes de la verge étaient normales à la paroi qu'on ébranle; et il en est absolument de même lorsque les arêtes deviennent parallèles à la paroi; de sorte que le mouvement communiqué à la lame a une direction variable par rapport à la position de ses arêtes, mais constante par rapport à la paroi du vase, quoique, dans tous les cas, il soit tangentiel.

On peut donc conclure de ces expériences que les particules d'un liquide en contact, d'une part, avec un corps primitivement ébranlé normalement, dont les faces sont perpendiculaires à la surface du liquide, et en contact, de l'autre part, avec un autre corps mince, dont les faces sont parallèles à la surface du liquide, se comportent comme si elles se mouvaient toutes suivant des droites parallèles entre elles, et aux droites suivant lesquelles on peut aussi concevoir que se meuvent les particules des deux corps solides; résultat qui est

le même que si ces deux corps eussent été directement en contact.

Ce résultat est indépendant de l'épaisseur des lames ou des verges qu'on examine; il est encore le même lorsqu'on fait usage de corps assez épais, ou lorsqu'on emploie des membranes tendues ou non tendues, quel que soit d'ailleurs leur diamètre. Pour examiner des membranes tendues, il faut les placer sur l'ouverture de vases légers, susceptibles de flotter à la surface du liquide, et lestés de manière que la membrane reste horizontale. Par ce moyen, elle ne peut recevoir l'ébranlement que par les parois du vase, qui sont alors le corps directement en contact avec le liquide. Néanmoins elle exécute des vibrations tout-à-fait tangentielles, et dont la direction est toujours normale à la paroi du vase; ce qui suppose que les particules du liquide se meuvent toutes suivant des droites parallèles à la surface du liquide même, et perpendiculairement aux parois du vase; car, sans cela, on ne voit pas ce qui pourrait déterminer la membrane à exécuter des oscillations tangentielles à ses faces plutôt que tout autre mouvement.

Dans ces expériences, le corps auquel le mouvement est communiqué secondairement flotte à la surface du liquide. Il est nécessaire d'examiner si les phénomènes de communication seraient encore les mêmes dans le cas où les corps solides plongeraient entièrement dans le liquide. C'est ce qu'on peut faire facilement en suspendant à des fils très-fins une verge de verre, qu'on descend ensuite horizontalement dans un vase de verre ou de fer-blanc rempli en partie d'eau. Pour examiner le mode de mouvement de cette lame, il faut projeter

du sable à la surface de l'eau ; il descend et se répand sur la plaque, où il devient le siége d'un mouvement très prononcé lorsqu'on met le vase en vibration, soit que le mouvement soit normal, soit qu'il soit tangentiel. Il est normal quand l'appareil est disposé comme dans la fig. 1re, où l'ébranlement est communiqué par une petite verge normale au fond du vase, qui doit être dirigé parallèlement à la surface de l'eau ; il est tangentiel longitudinal si l'on promène un archet sur le bord du vase, suivant la direction *ab* (fig. 2), perpendiculaire à la paroi du vase, et parallèle à la surface du liquide, aux faces de la verge et à ses arêtes. On peut faire la même expérience avec une lame circulaire, les phénomènes seront les mêmes quant à la direction du mouvement communiqué. Dans tous les cas, le sable formera sous l'eau des figures aussi bien déterminées que dans l'air.

Il résulte donc de ces expériences, qu'il serait inutile de multiplier davantage, que quant à la direction du mouvement vibratoire, communiqué par les liquides, les phénomènes se passent absolument comme pour les solides et les gaz, au moins lorsque l'épaisseur de la couche liquide, qui met les corps en communication, n'est pas très-considérable. Dans les expériences qui précèdent, elle n'a jamais excédé quatre ou cinq centimètres. Il suffit que les phénomènes se passent constamment de la manière indiquée jusqu'à cette limite, pour qu'on puisse en conclure qu'il devrait en être de même pour les parties de l'organe auditif qui pourraient être en contact avec des liquides.

Il reste à examiner si les nombres des vibrations du

corps primitivement ébranlé se communiquent sans altération au corps secondairement mis en mouvement. L'on peut pour cela faire des expériences et des raisonnemens analogues à ceux qu'on fait pour les corps solides (1). Par exemple, si l'on fait flotter une petite lame à la surface d'un liquide dont on aura en partie rempli une cloche d'harmonica, et qu'on fasse ensuite rendre à cette cloche des sons différens (ce qui est très-facile, en forçant sa circonférence à se diviser en parties de plus en plus petites, ou en changeant la masse du liquide qui y est contenu), on observe que, pour chaque son qu'on produit, la petite lame présente des dispositions de lignes nodales différentes; d'où l'on peut conclure que les nombres de vibrations du corps primitivement ébranlé sont communiqués, sans altération, par le liquide qui le sépare de la verge. On sait d'ailleurs qu'un son produit dans l'air et entendu d'abord dans ce fluide, est perçu, lorsqu'on est plongé dans l'eau, sans aucun changement, quant à son degré d'acuité ou de gravité.

On voit, par ces expériences, que les lois qui régissent ce genre de phénomènes, sont indépendantes de l'état des corps. Pour la petite distance dans laquelle j'ai pu opérer, les phénomènes m'ont paru se passer exactement de la même manière dans les solides, les liquides et les gaz.

En considérant les corps dans leurs différens états solide, liquide et gazeux, comme des assemblages de particules, tous les phénomènes de communication de mouvemens vibratoires peuvent se réduire à l'énoncé général

(1) Mémoire sur les Instrumens à cordes.

suivant : pourvu qu'on admette, ce qui est très-naturel, que dans les vibrations tangentielles d'une verge, composée de faces ou arêtes parallèles, les particules se meuvent parallèlement entre elles et aux faces du corps.

« Dans un système ou réunion de corps quelconques, » si une particule ou un groupe de particules est entraîné » par un mode d'ébranlement quelconque, à se mouvoir » suivant une direction déterminée, toutes les particules » qui entrent dans la composition du système, oscilleront » suivant des droites parallèles entre elles, et à la droite » suivant laquelle se meut la première particule écartée » de son état d'équilibre. »

De sorte que, pour connaître la direction des vibrations d'un système de corps, il suffira d'examiner cette direction dans l'un de ces corps, dans celui qui présentera le plus de facilité pour l'application des moyens connus d'expérience.

Il faut remarquer que, même pour de petites distances, il peut quelquefois arriver que ce principe ne paraisse pas être vérifié par l'expérience. Pour les corps solides, j'ai indiqué les causes qui pouvaient par fois faire changer la direction du mouvement (1).

Pour l'air, la réflexion des ondes sonores par des corps environnant ceux sur lesquels on opère, est une des causes qui doivent le plus influer pour changer le sens du mouvement dans un corps ébranlé à distance : par exemple, je suppose que dans une chambre on place une membrane tendue, dirigée horizontalement ;

---

(1) *Voyez* le Mémoire sur les Vibrations des corps solides considérés en général.

puis, qu'à deux ou trois mètres de l'endroit où elle est, on fasse vibrer un disque dont les faces soient contenues dans des plans verticaux, c'est-à-dire, perpendiculaires au plan qui passe par les faces de la membrane; suivant le principe énoncé plus haut, la membrane devrait constamment produire des vibrations tangentielles; cependant il arrive presque toujours qu'elle en produit de normales ou d'obliques, attendu que les ondes réfléchies dans diverses directions par les murailles de l'appartement viennent agir sur la membrane, les unes dans une direction, les autres dans une autre; mais si le disque et la membrane étaient très-rapprochés, les phénomènes se passeraient conformément au principe énoncé plus haut.

Pour les liquides, comme on est le plus généralement obligé de les renfermer dans des vases pour les examiner, et de se servir des vibrations imprimées aux parois mêmes des vases, comme moyen d'ébranlement; il en résulte souvent que le mouvement peut se transmettre dans plusieurs directions à la fois. Par exemple, on sait que quand on fait vibrer une cloche d'harmonica remplie d'eau, la surface de ce liquide présente une multitude de petites rides arrangées régulièrement, comme dans la figure 3; vis-à-vis chaque ventre de vibrations on observe que les rides sont plus prononcées que près des nœuds. Si l'on plaçait sur la surface de ce liquide un disque de bois dont le diamètre serait presque aussi grand que celui du vase, on observerait que quand le vase entrerait en vibration, le sable répandu sur le disque se mouvrait partout tangentiellement, de la circonférence au centre, ou du centre vers la circonfé-

rence, de sorte que la direction du mouvement ne serait pas unique. J'ai fait voir, dans un autre travail (1), que vraisemblablement les particules d'une cloche d'harmonica se mouvaient toutes suivant des droites parallèles; mais que, comme les mouvemens de totalité ou de flexion d'un corps ne doivent pas être confondus avec ses oscillations moléculaires, il pouvait arriver, et il arrivait en effet que ces mouvemens de flexion déterminaient la direction du mouvement dans un corps solide qui était uni à l'un des ventres de vibrations d'un vase : par exemple, que si une tige cylindrique était fixée perpendiculairement à la paroi d'un vase cylindrique, au milieu d'un ventre de vibrations, elle produisait toujours des vibrations tangentielles longitudinales, quelle que fût la direction des vibrations moléculaires du vase; ce qui dépend de ce que chaque ventre de vibrations peut, par rapport à la petite tige qui y est fixée, être considéré comme occasionant à son extrémité une suite de chocs qui produisent le même effet que si on frappait à l'extrémité de cette tige avec un petit cylindre dirigé perpendiculairement à son axe : on sait que la tige produirait, dans ce cas, des vibrations tangentielles longitudinales. Il en est de même pour le liquide contenu dans une cloche d'harmonica. Le mouvement communiqué aux particules fluides est partout normal aux parois du vase, à cause des mouvemens de flexion; de sorte que si l'on fait flotter, par exemple, une petite lame circulaire sur la surface du liquide, les phénomènes de communication qui se pro-

(1) Mémoire cité plus haut.

duiront varieront selon qu'elle sera placée vis-à-vis un ventre ou vis-à-vis un nœud de vibrations. Par exemple, lorsqu'on produit le mode de mouvement où le vase présente quatre nœuds et quatre ventres de vibrations (fig. 4), si la petite lame *a* est placée vis-à-vis le milieu de l'un des ventres, les grains de sable sont entraînés à se mouvoir, ou dans la direction *H G*, ou dans la direction *G H*. Si elle était, au contraire, placée vis-à-vis de l'un des nœuds (fig. 5), alors les grains de sable ne seraient plus entraînés dans une direction unique; ils se mouvraient, les uns dans la direction *H G*, les autres dans la direction *H' G'*, toujours perpendiculairement au ventre de vibrations dont ils se trouveraient le plus rapprochés.

Hors quelques cas analogues à celui-ci, le mouvement se communique conformément au principe cité plus haut.

Les conséquences qu'on peut tirer de ces recherches, pour l'explication du mécanisme de l'audition, sont faciles à déduire : j'ai fait voir, dans un précédent travail (1), que la nature avait pris toutes sortes de précautions afin que pour un même nombre de vibrations, les membranes de l'oreille externe produisissent exactement les mêmes modes de mouvement, les mêmes figures; ce qui ne peut avoir lieu que dans le cas où, pour un même nombre de vibrations, la direction du mouvement demeure la même. Il suit des expériences présentes, que si le labyrinthe contient un liquide, comme la plupart

(1) Mémoire sur les Usages de la membrane du tympan et de l'oreille externe.

des anatomistes s'accordent à le penser, ce liquide doit aussi transmettre le mouvement aux parties qu'il baigne, sans aucune altération de direction, et sans qu'il y ait changement dans le nombre des vibrations. Il est évident que cela était nécessaire pour que nous pussions juger de la direction du son.

Il est à remarquer qu'il n'y a dans l'oreille aucune partie configurée de manière à changer la direction du mouvement, par une raison analogue à celle que nous avons rapportée tout-à-l'heure; car le rocher est tellement compact, et généralement si épais, et si irrégulièrement configuré, qu'il est impossible qu'aucun mouvement de totalité ou de flexion s'y établisse; ce qui doit faire que le liquide contenu dans le labyrinthe y doit propager les mouvemens vibratoires, conformément au principe énoncé plus haut.

Notice *sur la Composition chimique des feldspaths et des serpentines communes, communiquée à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève le* 15 *novembre* 1825.

Par M. Peschier.

Les résultats analytiques que l'eisspath et la macle de Bretagne m'avaient offert sous le rapport du titane (1), réunis à la classification de ces minéraux parmi les feld-

---

(1) *Recherches sur le Titane, etc.*; par l'Auteur.

spaths, étant de nature à me faire désirer d'examiner de nouveau quelques-unes de celles des principales espèces qui l'avaient été, j'ai porté mon attention sur le feldspath adulaire du Saint-Gothard, le vert en masse de Sibérie, le vitreux de Drachenfels en Westphalie, le blanc d'Auvergne et l'andalousite du Tyrol.

Les deux premières espèces furent analysées par Vauquelin, le vitreux le fut par Klaproth, et l'andalousite par Brandes.

Ces chimistes suivirent la marche habituelle pour les roches; mais, voulant éviter les causes d'erreur que la présence du titane pouvait occasioner, si ce métal s'y rencontrait, j'ai donné la préférence au procédé que j'ai reconnu propre à parer à ses inconvéniens (1), et j'ai d'autant mieux dû le faire, qu'en l'employant, j'ai découvert que le titane forme un des principes constituans des feldspaths, et que la différence des résultats que ce procédé fournit, tout en confirmant la supériorité de son emploi, détruit le blâme dont M. Henry Rose a voulu le couvrir (2), ainsi qu'il est facile de le voir dans le tableau ci-joint des résultats comparatifs; car si on recherche quels sont les points sur lesquels mes résultats s'accordent avec ceux des savans indiqués, et quels sont ceux sur lesquels ils en diffèrent, on voit 1°. qu'ils sont les mêmes, ou à très-peu de chose près, que ceux de Vauquelin et de Klaproth sous le rapport de l'alumine;

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, vol. XXVII, p. 281; et *Recherches sur le Titane*, *etc.*, p. 48.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, vol. XXIX, p. 131.

mais qu'ils démontrent l'importance de la modification relative à la silice, puisque celle-ci est en grande partie la substance avec laquelle le titane se trouvait réuni dans les trois premières analyses;

2°. Qu'il y a une différence sensible entre eux dans la nature et la proportion du principe alcalin reconnu dans le feldspath vitreux, différence qui ne peut s'expliquer, ce me semble, qu'en supposant que la soude avait échappé à Klaproth, par la persuasion où l'on était alors, que la potasse formait un des principes constituans de ces pierres, et parce qu'il n'avait pas porté son attention habituelle dans l'examen du précipité obtenu avec le sel de platine. J'ai examiné plusieurs fois un cristal de même forme et de même localité que celui qui est désigné dans le cinquième volume, *Beiträge zur chemischen Kentniss*, p. 12, et j'ai toujours obtenu le même résultat.

La découverte de deux principes alcalins dans le feldspath vitreux le réunit avec la macle de Bretagne, et, d'après le système de Berzelius, formerait une quatrième famille de feldspath, ayant la potasse et la soude pour principes constituans.

La troisième observation que ces résultats fournissent est une différence si grande dans les proportions de l'alumine reconnue dans l'andalousite, qu'on ne peut l'attribuer qu'à la précipitation simultanée, par l'hydrochlorate d'ammoniaque, de l'alumine et du titane dissous par la potasse; aussi ce fait vient-il fortement à l'appui des modifications que mon procédé recommande; car je n'ai obtenu que 0,1975 d'alumine par le sulfate d'am-

moniaque, et 0,09 de titane par l'addition subséquente de l'hydrochlorate d'ammoniaque.

Je ne chercherai point à expliquer la cause des autres différences que présentent les produits de M. Brandes et les miens; car, outre que je n'ai jamais l'intention de reprendre personne, je ne connais pas en détail ses opérations.

La confirmation des produits mentionnés dans le tableau fut donnée aux Membres de la Société de Physique et d'Histoire naturelle, en leur présentant 1°. sous la forme d'une poudre blanche très-légère, et sous celle de globules vitreux d'un bleu foncé, partie de l'oxide de titane retiré de l'adulaire, du feldspath vitreux et de l'andalousite; 2°. à l'état d'une gelée solide, permanente, l'hydrochlorate de titane, du feldspath vert de Sibérie; 3°. sous la forme de prismes aciculaires, le sel fourni par la dissolution dans l'acide sulfurique du titane du feldspath vitreux, avec addition d'un peu de potasse; 4°. sous celle d'un précipité et d'un liquide couleur de sang, la dissolution hydrochlorique du titane retiré de l'andalousite, traitée par l'infusion de noix de galles : ces preuves furent étayées des résultats comparatifs obtenus par le procédé de M. Rose et le mien.

Le procédé indiqué par ce chimiste pour séparer le fer du titane, ayant fait connaître la singulière propriété que possède l'acide tartrique ajouté à la dissolution hydrochlorique de ces deux principes, d'enlever à l'ammoniaque, jetée même en surabondance, celle d'en amener la précipitation, me fournit l'occasion de rapporter qu'ayant, il y a plusieurs années, dissous du peroxide de fer dans l'eau régale, avec addition de

sucre, et jeté de l'ammoniaque dans le liquide, pour en précipiter le fer, j'observai la même nullité d'action; que je reconnus plus tard la même chose avec une dissolution du fer dans l'acide hydrochlorique, où l'on jetait du sucre avant de la faire entrer en ébullition; mais que cette singularité ne se montrait pas sur une dissolution de fer dans l'acide hydrochlorique, où l'on dissolvait le sucre sans ébullition; et que la gomme arabique, qui ne diffère presque pas du sucre de canne dans sa constitution, ne possède pas cette propriété.

Analyse des Feldspaths.

	ADULAIRE.		VERT DE SIBÉRIE.		VITREUX DE DRACHENFELS.		BLANC D'AUVERGNE.	ANDALOUSIT DU TYROL.	
	Par Vauquelin.	Par Peschier.	Par Vauquelin.	Par Peschier.	Par Klaproth.	Par Peschier.	Par Peschier.	Par Brandes.	Par Peschi
Alumine....	20	20 »	17 02	15 »	15 »	14 »	20 »	55 75	19 7
Silice.....	64	48 75	62 83	56 »	68 »	60 50	61 »	34 »	54 »
Chaux.....	2	0 »	3	0 »	0 »	0 »	0 »	2 12	0 »
Oxide de fer.	0	3 75	1	3 »	0 5	2 15	1 75	4	4 8
Potasse.....	14	14 »	13	10 40	14	3 80	0 »	2	0
Soude.....	0	0	0	0	0	5 »	14 18	0	4 3
Titane.....	0	10	0	12	0	10 »	3 25	0	15 5
Eau.....	0	0	0	1	0	0 75	0 50	1	1
Total.....	100	96 50	96 85	97 40	97 5	96 20	97 68	98 87	99 3

Des Serpentines.

L'analogie avec les talcs et les stéatites que présentent plusieurs serpentines; le genre de montagnes où elles se rencontrent, et la différence de leurs caractères extérieurs me faisant soupçonner que la titane devait

faire partie de leurs principes constituans, et que les procédés généralement employés dans leur analyse ne devaient pas en avoir séparé exactement tous les principes, j'ai soumis les espèces portées sur le tableau, à la même recherche que les feldspaths; et pour confirmer mes soupçons, j'ai traité comparativement chacune d'elles par les acides sulfurique et hydrochlorique.

La première de ces espèces est la serpentine commune tachetée, dont les Saxons et les Tyroliens préparent des vases à divers usages: elle est d'un vert sombre, douce au toucher, et a une cassure coquillère.

La seconde est la serpentine commune magnétique du Haut-Palatinat, que M. de Humboldt observa entre Goldcronach et Munichberg; elle a un toucher rude et une cassure irrégulière.

La troisième, qui est de la Val d'Aoste, a un tissu parfaitement homogène; elle est vert de mousse, a le toucher des talcs et une cassure écailleuse. L'une et l'autre de ces variétés contiennent du fer magnétique; le fer oxidé existe en outre dans les deux premières, et l'hydraté dans la dernière.

Je n'entrerai pas en détail sur les différences observées dans les proportions des produits fournis par les deux genres d'opérations; je rapporterai seulement qu'il y en a eu de très-sensibles; mais après avoir découvert le titane, j'ai été obligé, pour couvrir des pertes, de rechercher si, quoiqu'il n'eût point encore été reconnu de principe alcalin dans ce genre de pierres, leur présence n'en serait pas la cause; et j'ai effectivement trouvé que chaque variété contenait une certaine quantité de soude.

Le titane en a aussi été séparé comparativement par le procédé de Rose et le mien.

Principes constituans de la Serpentine commune.

Analyse de	Vauquelin	Hisinger.	John.	Rose.	Knoch.	Peschier.		
Serpentines de	Ligurie.	Norwège.	Sans désignation de localités.			De Saxe.	Du Palatinat.	Val d'A
Silice	44,»	32,»	31,50	28,»	4[illegible],»	21,25	22,»	34,7
Magnésie	4[illegible],»	37,24	47,25	34,50	33,5[illegible]	29,»	29,»	28,»
Alumine	2,»	0,50	3,»	23,»	Une trace.	11,»	17,»	2,3
Chaux	0,»	10,60	0,25	0,50	6,25	0,15	2 »	1,»
Oxide de fer	7,3	0,60	5,50	4,50	14,»	7 »	12,»	6,2
Manganèse	1,5	0,»	1,50	0,»	0,»	1,50	2,»	1,»
Chrôme	2,»	0,»	0,»	0,»	0,»	0,»	0,»	0,»
Titane	0,»	0,»	0,»	0,»	0,»	5,25	6,»	8,»
Soude	0,»	0,»	0,»	0,»	0,»	12,»	6,»	4,»
Eau et acide carbonique	» »	14,16	10,50	10,50	0,»	11,85	5,50	13,5
Total	100,8	95,10	99,50	101,»	96,75	99,»	101,50	98,8

En sorte qu'il résulte de ces recherches,

1°. Que le titane forme un des principes constituans des feldspaths et des serpentines;

2°. Que l'analyse des serpentines ne peut être exacte qu'en employant le procédé pour les roches, modifié de manière à isoler le titane;

3°. Qu'un principe alcalin existe dans les serpentines comme dans les pierres avec lesquelles elles ont de l'analogie.

En un mot, mes recherches démontrent que la majeure partie des pierres des montagnes primitives ren-

ferment le titane au nombre de leurs principes constituans, et que cette substance est plus généralement répandue dans la nature qu'on ne le supposait.

Première Note *pour servir à l'histoire des Eaux thermales de Vichy, département de l'Allier* (1).

Par M. d'Arcet.

Influence des Eaux thermales de Vichy sur la nature de quelques sécrétions, et particulièrement sur celle de l'urine; l'urine que les buveurs d'eau rendent à Vichy est fortement alcaline; considérations qui se rattachent à la connaissance de ce fait; applications utiles que l'on peut en faire.

Les différens auteurs qui ont écrit sur la dissolution des calculs urinaires dans la vessie, au moyen de l'emploi des alcalis soit caustiques, soit plus ou moins carbonatés, ont presque tous constaté que, par suite de ce

---

(1) Ayant eu occasion d'aller, deux années de suite, aux eaux de Vichy et d'y passer six semaines chaque fois, j'ai pu faire quelques observations nouvelles relatives à ces eaux minérales, à leur usage et à l'industrie du pays où elles se trouvent; pensant que la connaissance des résultats que j'ai obtenus pourrait être utile aux personnes qui voudront écrire, par la suite, l'histoire des eaux thermales de Vichy, et ne pouvant les présenter que comme des faits isolés, j'ai dû faire de chaque série d'observations le sujet d'une note particulière : ce qui suit est le commencement du travail dont il est question.

traitement, l'urine devenait alcaline; mais on a peu insisté sur ce fait, et il paraît qu'on a trop négligé d'étudier les circonstances qui l'accompagnent, et qu'on a mal apprécié les conséquences qu'elles peuvent avoir. Le petit nombre de tentatives qui ont été faites, le peu de succès qu'on a obtenu jusqu'ici de ce mode de traitement, et surtout la crainte de rendre les urines troubles ou *jumenteuses* et de voir la vessie fatiguée, attaquée même par les dissolutions alcalines, sont sans doute les causes qui ont presque fait abandonner l'emploi de ces dissolutions pour opérer la destruction des calculs, et qui ont fait croire généralement qu'il était dangereux d'alcaliser l'urine dans la vessie. C'est sous l'influence de cette opinion que j'étais lorsque j'ai commencé à étudier l'action que les eaux alcalines gazeuses ont sur l'économie animale; mais en m'en rendant un compte plus exact qu'on ne l'avait fait, j'ai été amené à me former une opinion contraire à celle dont il s'agit; j'espère que ce qui suit prouvera que l'urine peut être pendant long-temps alcalisée dans la vessie sans danger, et engagera les chimistes à examiner de nouveau l'importante question de l'emploi des substances alcalines dans les maladies des voies urinaires.

En arrivant pour la première fois à Vichy en 1824, je logeai dans un des plus grands hôtels de cette ville. Le bâtiment principal de cet hôtel est distribué comme l'étaient les anciens couvens; un long corridor le divise en deux parties, et de petites chambres rangées de chaque côté de ce corridor forment, pour ainsi dire, autant de cellules destinées à loger les personnes qui viennent à Vichy pour y rétablir leur santé : la plupart

de ces chambres manquent de cheminée, et la ventilation y est presque nulle. Le lendemain de mon arrivée, m'étant levé de grand matin, je fus me promener dans le parc et aux environs de l'Etablissement thermal : étant revenu à l'hôtel avant le lever des buveurs d'eau, je fus frappé, en entrant dans le corridor, de l'odeur infecte qui y était répandue, et qui contrastait fortement avec l'air pur du matin. Je fis la même observation le lendemain ; ayant alors commencé à prendre les eaux, je m'aperçus promptement que l'odeur infecte dont j'ai parlé était due à l'urine rendue par les malades, qui était fortement alcaline, et qui, à peine refroidie, entrait en putréfaction. Je me mis de suite à examiner cette urine au moyen de quelques réactifs que j'avais apportés à Vichy, et en m'aidant de tout ce que je pus trouver dans le laboratoire de M. Batillat, pharmacien de l'Etablissement thermal ; je fis, avec ce secours, le plus d'expériences que je pus pendant six semaines de séjour à Vichy ; je les répétai lors de mon second voyage aux eaux en 1825 : je puis donc répondre de l'exactitude de ce qui suit.

Un verre ou deux décilitres d'eau thermale de Vichy, contenant environ 1 gramme de bi-carbonate de soude pris à jeun, et l'urine étant acide, ne suffit pas pour alcaliser cette sécrétion (1) ; l'urine, quoique moins

---

(1) M. Berthier a annoncé (*Annales des Mines*, tome v, page 410) que 1000 grammes d'eau de Vichy contenaient $5^{gram.},34$ de bi-carbonate de soude sec ; M. Longchamp a depuis trouvé, en analysant la même eau minérale, qu'elle contenait, par 1000 grammes, $4^{gram.},98$ de ce bi-carbonate :

acide, reste parfaitement claire, et ne laisse déposer qu'un peu de mucus dans l'espace de douze heures.

En prenant à jeun deux verres d'eau de Vichy, qui contiennent environ 2 grammes de bi-carbonate de soude, l'urine devient promptement alcaline; elle est alors très-claire, et ne laisse déposer en refroidissant que peu de mucus. Les urines rendues pendant la journée ont les mêmes caractères, et ce n'est que huit ou neuf heures après avoir bu l'eau de Vichy que l'urine reprend son acidité naturelle.

Trois verres d'eau de Vichy, bus à jeun, influent sur la sécrétion de l'urine de manière à la rendre alcaline presque pendant vingt-quatre heures; l'urine, dans ce cas, est parfaitement claire et ne laisse déposer, en refroidissant à l'air, que très-peu de mucus.

En buvant quatre verres d'eau de Vichy, qui représentent à-peu-près 4 grammes de bi-carbonate de soude sec, l'urine est constamment alcaline; cette urine est bien claire et ne laisse déposer que peu de mucus, quoique restant exposée à l'air pendant douze heures.

Cinq verres d'eau de Vichy, bus le matin à jeun, produisent les mêmes effets, mais d'une manière encore plus prononcée. A ce terme, l'urine est constamment alcaline et parfaitement claire; celle que l'on rend le matin est très-colorée, bien claire et ne laisse déposer que très-peu de mucus; l'alcalinité augmente encore dans l'urine de la nuit lorsqu'on s'est baigné dans l'eau

---

le terme moyen de ces deux résultats indique que l'eau minérale de Vichy contient, à très-peu de chose près, 5 grammes de bi-carbonate de soude sec par litre.

minérale avant le dîner, et surtout lorsqu'on a dû, pour remédier à une digestion pénible, boire un verre d'eau de Vichy dans le courant de la soirée.

Ce qui précède fait voir que les buveurs d'eau qui prennent, à Vichy, jusqu'à cinq verres d'eau minérale chaque matin, et qui se baignent en outre tous les jours dans l'eau thermale (1), se trouvent soumis à un régime dont le résultat doit être d'alcaliser leur urine pendant tout le temps qu'ils prennent les eaux, c'est-à-dire, trente ou quarante jours de suite : ce qui suit mettra ce fait hors de doute.

J'ai souvent examiné de l'urine fraîche rendue à Vichy en plein traitement ; les expériences que j'ai pu faire m'ont mis à même d'en établir ainsi les caractères principaux.

Cette urine est alcaline, elle bleuit le papier rouge, fait virer au brun le papier teint par le curcuma, et verdit même le sirop de violettes. Etendue d'eau, elle donne un précipité abondant avec le nitrate de chaux, ce que ne fait pas ordinairement l'urine naturelle lorsqu'elle est fraîche et qu'elle contient excès d'acide : ce précipité se dissout avec grande effervescence dans l'acide hydrochlorique.

---

(1) J'ai plusieurs fois constaté que le bain d'eau minérale suffit seul pour alcaliser l'urine, et que l'alcalinité de l'urine des buveurs d'eau à Vichy augmente et se prolonge par l'action du bain d'eau thermale ; ce bain diminue la densité de l'urine, comme le fait ordinairement le bain d'eau pure.

L'urine alcaline sécrétée pendant la nuit a souvent jusqu'à 1034 de densité; elle reste cependant parfaitement claire, même après être refroidie : cette urine fait assez fortement effervescence lorsqu'on y ajoute de l'acide nitrique ayant 1330 de pesanteur spécifique; elle laisse alors déposer, en refroidissant, beaucoup de nitrate d'urée; celle qui est rendue dans le courant de la journée et qui est plus faible en densité présente les mêmes caractères lorsqu'on l'essaie par l'acide nitrique, après l'avoir concentrée par l'évaporation, ou seulement après l'avoir mise à refroidir dans un bain de glace. L'urine alcaline n'est point troublée par le bi-carbonate de potasse; le carbonate de potasse n'y forme qu'un léger précipité, et ces réactifs paraissent n'avoir aucune influence sur la petite quantité de mucus qui se sépare de l'urine alcaline pendant son refroidissement. L'ammoniaque produit dans cette urine un précipité plus ou moins sensible; mais ce précipité est moins abondant que celui qui se forme lorsqu'on verse de l'ammoniaque dans l'urine acide, parce que l'ammoniaque ajoutée à l'urine alcaline s'empare de l'excès d'acide carbonique qui s'y trouve, et n'agit alors que comme le font les carbonates alcalins dans l'urine ordinaire.

En acidulant l'urine alcaline au moyen de l'acide nitrique et en y versant de la dissolution de noix de galle, on y démontre la présence de la gélatine.

L'eau thermale de Vichy, versée dans cette urine, n'y produit pas de précipité; celui qui se forme à la longue avec le contact de l'air dans ce mélange ne doit être attribué qu'à la perte de l'acide carbonique : la surface de la liqueur se couvre alors d'une pellicule irisée.

En faisant bouillir cette urine, on en chasse l'excès d'acide carbonique, on fait réagir les carbonates alcalins sur les sels à base de chaux et de magnésie qui étaient en dissolution dans cet excès d'acide ; l'urine se trouble, il s'y forme un précipité blanc, grenu, abondant, et il s'y opère les mêmes changemens que ceux que l'on observe dans l'urine ordinaire traitée à chaud par les carbonates alcalins. Cette urine conserve après l'ébullition l'alcalinité qu'elle avait auparavant ; cet état ne peut donc pas être attribué à la présence de l'ammoniaque.

L'urine alcaline ayant, terme moyen, 1014 de densité, peut ordinairement saturer, au moment où elle vient d'être rendue, jusqu'à $2^{gram.},4$ d'acide sulfurique concentré par litre. Cette urine, abandonnée à elle-même dans une bouteille ouverte, à la température de 18 à 20° centigrades, laisse déposer le peu de mucus qu'elle tenait en suspension; elle devient de plus en plus alcaline, et cependant ne se trouble que difficilement ; elle se putréfie de plus en plus, et prend très-promptement l'odeur infecte dont nous avons parlé au commencement de cette Note. Dans cet état, l'urine est fortement alcaline, et fait beaucoup d'effervescence avec les acides; en l'acidulant, on lui ôte son odeur; elle ne sent plus alors que le bouillon aigri, et elle prend même souvent l'odeur du bouillon frais.

L'urine alcaline ainsi abandonnée à elle-même, pendant quatre jours, dans une bouteille débouchée, éprouve très-peu de perte en volume par l'évaporation, et cependant sa densité augmente; elle prend jusqu'à 1030 de pesanteur spécifique ; dans cet état, elle sature souvent

jusqu'à 17 grammes d'acide sulfurique concentré par litre (1).

L'urine alcaline, évaporée dans une capsule d'argent bien propre, n'a pas coloré l'intérieur de la capsule en noir : cette urine ne contient donc pas de soufre. En la réduisant au cinquième de son volume par évaporation à feu nu, il s'y forme un précipité qui, étant bien lavé, fait effervescence avec les acides, et contient beaucoup de phosphate de chaux ; le liquide qui surnage ce précipité est coloré en brun rougeâtre, n'a point d'odeur désagréable, sent la mélasse légèrement ambrée ; il est très-alcalin, il verdit fortement le sirop de violettes et fait grande effervescence avec les acides. Les alcalis caustiques carbonatés ou bi-carbonatés n'y produisent pas de précipité. Il en donne un très-abondant lorsqu'on y ajoute du nitrate de chaux ; l'addition d'un peu d'acide nitrique concentré y forme de suite beaucoup de nitrate d'urée. La dissolution de noix de galle versée dans cette liqueur après l'avoir étendue d'eau et acidulée par l'acide nitrique, y forme un précipité qui y démontre la présence de la gélatine. En traitant cette urine épaissie par la potasse caustique ou par la chaux, on en dégage de l'ammoniaque en petite quantité, qui ne se reconnaît pas à l'odorat, mais dont la présence est démontrée par les

---

(1) J'ai essayé de cette urine gardée pendant un mois dans une bouteille mal bouchée, elle saturait alors 33 grammes d'acide sulfurique concentré par litre ; cette urine n'avait pas diminué sensiblement de volume, sa densité était cependant beaucoup augmentée ; elle était alors accrue de 1030 à 1050.

vapeurs blanches qui entourent un tube de verre trempé dans l'acide nitrique et présenté à la surface du mélange. Le résidu que donne cette urine évaporée à siccité, étant légèrement calciné, fournit par lixiviation une dissolution très-alcaline qui, saturée à froid par l'acide sulfurique, laisse cristalliser beaucoup de sulfate de soude; cette urine avait donc été réellement alcalisée par la soude contenue dans l'eau minérale de Vichy.

En rapprochant ce qui précède des caractères généraux qui distinguent l'urine acide rendue dans l'état de santé, on remarquera facilement la différence qui existe entre l'urine alcaline et celle-ci, et on ne verra pas sans surprise que cette sécrétion ordinairement acide peut devenir fortement alcaline, et conserver deux mois entiers cet état, non-seulement sans donner lieu à aucune gêne ou à aucun accident, mais en contribuant, au contraire, au bien-être et au rétablissement de la santé des buveurs d'eau : on sentira toute l'importance de ces considérations quand on saura que ce n'est pas seulement sur la nature de l'urine que le bi-carbonate de soude des eaux de Vichy porte son action, mais qu'il augmente, en outre, l'alcalinité des sécrétions qui ont ordinairement ce caractère, qu'il épaissit beaucoup l'une d'elles, et qu'il en change tout-à-fait l'odeur, qu'il rend alcalins les excrémens de l'homme, et que j'ai même vu quelquefois la sueur des buveurs d'eau bleuir fortement le papier de tournesol rougi par un acide, quoique l'on sache que l'usage des eaux de Vichy n'augmente que très-peu la transpiration cutanée. Nous allons citer quelques conséquences qui naissent de la connaissance de ces résultats; nous y ajouterons quelques observations accessoires,

et nous proposerons les applications utiles que nous croyons pouvoir en faire.

Ce que nous avons rapporté jusqu'ici ne peut-il pas faire penser que les chimistes qui ont étudié avec le plus de soin l'action des alcalis sur l'urine et sur les calculs urinaires, n'ont pas attaché assez d'importance aux différens résultats que l'on observe dans ces recherches selon que l'on y emploie les alcalis purs et caustiques, ou qu'on en fait usage en les prenant à l'état de bi-carbonates, et ce que j'ai observé à Vichy ne semble-t-il pas prouver que la présence de l'acide carbonique suffit pour changer complètement le mode d'action des alcalis, et pour permettre de les faire agir sans inconvénient sur l'urine et sur certains calculs dans l'intérieur de la vessie?

Je pense qu'il y aurait du danger à employer à cet usage les alcalis caustiques, surtout s'ils ne rencontraient pas sur leur passage assez d'acide carbonique pour se saturer; mais je crois, d'après tout ce qui précède, que l'on peut obtenir de grands succès, sans crainte d'éprouver de graves inconvéniens, en s'aidant de l'eau chargée d'acide carbonique, et surtout en ne faisant usage que des bi-carbonates alcalins. J'ai lu avec beaucoup d'intérêt une brochure publiée en 1824, par M. Proust, sur le sujet qui nous occupe (1); elle porte, comme tout ce qui est dû à ce célèbre chimiste, un caractère d'utilité bien remarquable; mais en la méditant j'ai cru y trouver une nouvelle preuve de ce que je viens d'avancer. M. Proust dit, dans cette brochure, que les urines de la

(1) Essai sur une des causes qui peuvent amener la formation du calcul, imprimé à Angers en 1824.

fille Leroy étaient troubles ou *jumenteuses*, qu'elles étaient alcalines, et qu'elles contenaient du carbonate d'ammoniaque; et il attribue à la formation de ce sel, aux dépens de l'urée, la présence du phosphate de chaux et de l'urate d'ammoniaque que cette urine contenait en suspension : il appuie cette opinion par le résultat d'une expérience dans laquelle il a traité de l'urine ordinaire par l'ammoniaque. Je ne crois pas cependant qu'il y ait parité d'action dans les deux cas, car l'ammoniaque agit bien différemment sur l'urine acide, suivant qu'on l'emploie caustique ou saturée d'acide carbonique. Dans le premier cas, elle précipite du phosphate de chaux, de l'urate d'ammoniaque, et du phosphate ammoniaco-magnésien, tandis qu'en employant le carbonate d'ammoniaque, on forme dans l'urine un précipité différent, beaucoup moindre et qui serait encore moins sensible si l'on faisait usage de bi-carbonate d'ammoniaque et d'eau saturée d'acide carbonique. Or, les choses ont dû se passer à-peu-près ainsi dans le cas dont rend compte M. Proust; la décomposition de l'urée a dû former de l'acide carbonique et du carbonate d'ammoniaque, et si ce sel a occasioné l'état *jumenteux* de l'urine, je serais porté à croire que c'est ou parce qu'il n'y avait pas assez d'acide carbonique en présence, ou parce que l'état maladif de la fille Leroy avait rendu la sécrétion de ce phosphate trop considérable pour que tout pût être tenu en dissolution (1). Je suis loin de craindre,

---

(1) La solubilité du carbonate et du phosphate de chaux dans l'acide carbonique se trouve bien indiquée dans le Mémoire que M. Thenard a publié en 1801, sur la préparation

autant que paraît le faire M. Proust, les suites de l'alcalisation de l'urine ; et si, ayant de mauvaises digestions accompagnées d'aigreurs, je me trouvais dans l'état fâcheux de maladie qui accablait en 1824 la fille Leroy, je puis assurer que je n'hésiterais pas à tenter de me guérir en suivant un régime tout animal et très-fortifiant pour favoriser la formation de l'urée, et en essayant de changer la constitution de mon urine et d'en faire cesser l'état *jumenteux*, en faisant usage par haut et peut-être par injection dans la vessie d'eau saturée d'acide carbonique et de dissolutions convenables de bi-carbonate de soude ou de potasse (1). Je puis dire à ce sujet que j'ai continuellement vu à Vichy les urines passer de l'état acide à l'état alcalin, puis redevenir acides dans la même journée sans jamais les avoir vu troubles, et j'ai, au contraire, remarqué qu'elles étaient toujours beaucoup plus claires que de coutume lorsqu'elles étaient rendues alcalines par l'effet des eaux thermales de Vichy. Mais je m'éloigne beaucoup trop de mon but ; je suis loin de vouloir discuter le Mémoire

---

des phosphates de soude et d'ammoniaque. (Voyez *Annales de Chimie*, tome XXXIX, pages 272 et 273.)

(1) Si je n'obtenais pas de bons résultats de ce mode de traitement, je tenterais certainement le moyen contraire, c'est-à-dire, l'emploi des acides végétaux, au lieu des bi-carbonates alcalins, mais en faisant toujours usage de substances très-animalisées pour alimens, en employant l'eau saturée d'acide carbonique comme boisson, en agissant avec prudence et en me rendant compte, pour ainsi dire, d'heure en heure, de l'action de ces réactifs.

dont je parle, je soumets seulement ces observations à mon honorable confrère qui saura bien mieux que moi traiter un sujet si difficile et si important : revenons à ce que j'ai pu observer pendant mon séjour à Vichy relativement à l'action des eaux sur l'économie animale.

Il arrive souvent pendant le traitement que l'on suit aux eaux de Vichy, qu'on obtient des urines acides immédiatement après le repas, quoiqu'elles aient été trouvées très-alcalines avant de se mettre à table; mais ce changement dure peu, l'urine redevient promptement alcaline et persiste dans cet état, comme à l'ordinaire, jusqu'au lendemain, lors même qu'on ne boit pas d'eau minérale dans la soirée. Le lait, le régime laiteux et les acides paraissent produire cet effet à un haut degré; j'ai vu souvent mes urines cesser tout-à-coup d'être alcalines après avoir déjeûné avec du lait chaud sucré. Je ferai remarquer à ce sujet que M. Lucas, médecin des eaux de Vichy, qui connaît si bien tout ce qui a rapport à l'effet médical de ces eaux thermales, ordonne souvent le mélange de l'eau de Vichy avec le petit lait; dans ce cas, l'eau perd son alcalinité, et devient un remède spécial qui agit comme purgatif, et sans alcaliser l'urine; c'est au moins ce que j'ai eu plusieurs fois l'occasion d'observer.

L'action des eaux de Vichy ne s'arrête pas tout-à-coup après qu'on a cessé de boire les eaux; mes urines étaient encore un peu alcalines trente-six heures après la fin du traitement, et j'ai même cru remarquer que le corps pouvait, pour ainsi dire, se saturer profondément d'alcali; je ne puis au moins expliquer que de cette ma-

nière ce qui se passe lorsqu'on ne boit par jour qu'un verre d'eau de Vichy; car plus on prolonge ce traitement, plus on trouve que l'alcalinité de l'urine persiste long-temps dans la journée : j'ajouterai à ces observations qu'en général l'urine des femmes paraît devenir plus facilement alcaline que celle des hommes, et que celle que j'ai eu plus particulièrement occasion d'examiner éprouvait les mêmes changemens que la mienne, mais toujours d'une manière bien plus prononcée, sous l'influence de doses égales d'eau minérale : voici maintenant les applications utiles qui naissent des observations précédentes.

L'alcalinité des urines et de toutes les sécrétions paraissant être le but qu'il faut atteindre à Vichy, chaque buveur d'eau devrait examiner lui-même ses urines au moyen de papiers réactifs pour arriver exactement et de la manière la plus convenable à prendre la dose d'eau minérale qui lui est nécessaire.

L'urine que les buveurs d'eau rendent à Vichy étant faible en densité, contenant excès d'alcali et tenant beaucoup de mucus et d'acide carbonique en dissolution, se putréfie, comme nous l'avons vu, très-promptement, et infecte l'air des chambres. Nous avons dit que cette urine puante perdait son odeur lorsqu'on y mettait excès d'acide; j'ai pensé, d'après cela, aux moyens d'obvier à l'inconvénient dont il s'agit, et j'y suis parvenu de la manière suivante. Ayant constaté qu'il fallait au plus 15 grammes d'alun pour saturer et pour rendre légèrement acide la quantité d'urine alcaline que les buveurs d'eau rendent ordinairement pendant la nuit, j'ai engagé M. Batillat, pharmacien de l'Etablissement

thermal, à préparer, pour l'usage des buveurs d'eau à Vichy, des paquets contenant chaque 15 grammes d'alun en poudre fine (1). Il suffit de vider un de ces paquets dans le vase avant de s'en servir pour être débarrassé de toute mauvaise odeur; l'alun se dissout dans l'urine chaude qui tombe dessus, il se produit une forte effervescence, il se forme un précipité considérable, et l'urine, au lieu de devenir infecte, ne sent que comme le bouillon légèrement aigri, et prend même souvent l'odeur agréable qui caractérise le bouillon frais.

La propriété qu'a l'urine alcalisée par l'eau de Vichy de se putréfier très-promptement et de produire une grande quantité d'ammoniaque, m'a fait penser à rendre plus avantageuse la préparation de l'urine dont on se sert dans le foulage des étoffes de drap, dans la fabrication de l'orseille, dans les manufactures d'alun et dans quelques autres arts où l'on fait usage d'urine putréfiée. En examinant ce qui se passe dans cette opération, j'ai reconnu que l'urine acide ne se putréfiait que lentement, et qu'en hiver surtout il fallait un temps considérable pour parvenir à la décomposition complète de l'urée qui s'y trouve. On obtiendrait sans doute un meilleur résultat sous le rapport de la durée de l'opération

---

(1) En supposant que l'alun coûte 40 francs les 100 kilogrammes, et que l'on dépense 20 francs pour réduire cet alun en poudre fine et pour le mettre en paquets de 15 grammes, on trouve que chaque paquet ne reviendrait au plus qu'à 1 centime. En se servant de ce moyen d'assainissement, on évitera donc un inconvénient très-grave avec une bien faible dépense.

et de la quantité d'ammoniaque produite, si on commençait par donner à l'urine acide la densité et les propriétés chimiques que présente l'urine rendue à Vichy: on ariverait facilement à ce but si on la rendait alcaline en y ajoutant, soit de l'urine déjà putréfiée, soit du sel de soude, et si on l'animalisait davantage en y mélangeant un peu de sang.

L'expérience prouve qu'il y a des alimens qui favorisent plus que d'autres l'acidité de l'urine; nous avons vu que le régime laiteux produit cet effet, et doit conséquemment nuire à l'action directe des eaux; il serait donc fort utile d'examiner quelle est l'influence des différens régimes alimentaires sur la constitution de l'urine, afin de pouvoir indiquer aux buveurs d'eau à Vichy, plus positivement qu'on ne peut le faire maintenant, le régime le plus convenable pour favoriser l'action de l'eau thermale.

Il serait encore bien important d'examiner avec soin, avant et pendant l'usage des eaux, les urines des malades qui prennent sans succès les eaux de Vichy pour améliorer le mode de traitement qu'on leur fait suivre, ou pour déterminer, au moins d'une manière approximative, quel est le rapport qui existe entre la composition de l'urine et les chances probables de succès.

Ayant fait usage pendant long-temps de l'eau de Vichy factice préparée à Paris, il m'est arrivé souvent d'en acheter qui ne contenait pas de soude en dissolution; et en comparant l'eau de Vichy naturelle aux eaux factices qui se vendaient à Paris l'an passé, et dans lesquelles il y avait du bi-carbonate de soude, j'ai toujours trouvé que l'on avait employé ce sel à trop faible dose. Si on

fait, en outre, attention que l'eau thermale de Vichy est, en sortant de terre, à la température de 45 degrés centigrades, que par conséquent elle ne peut retenir que très-peu d'acide carbonique en dissolution, et que l'eau factice en contient, au contraire, 4 ou 5 fois son volume, on sentira la nécessité d'appliquer à la fabrication de cette eau minérale les résultats des analyses de MM. Berthier et Lonchamp, si l'on veut toutefois obtenir, autant que possible, de ces eaux factices, les mêmes effets que ceux qui sont produits par l'usage de l'eau thermale de Vichy prise à la source ou conservée dans des bouteilles bouchées avec soin (1).

Je terminerai cette première Note en disant que tout ce qui précède me semble mettre ce fait hors de doute, que l'on peut alcaliser l'urine dans la vessie sans danger, pourvu que l'on fasse usage, pour produire cet effet, des bi-carbonates alcalins, et qu'on en aide l'action dissolvante par des boissons chargées d'acide carbonique. Les travaux de Wollaston, de Fourcroy, de M. Vauquelin,

---

(1) L'eau de Vichy, prise à la source de la grande grille, est à la température de 36 degrés lorsqu'on la met en bouteille, et ne contient alors que la quantité de gaz qui peut y rester en dissolution à cette température, sous la pression atmosphérique. Les bouteilles étant aussitôt bouchées et goudronnées, on voit que le vide tend à se faire, lors du refroidissement, dans la partie de la bouteille qui n'est pas remplie d'eau. C'est donc la rentrée de l'air extérieur dans la bouteille, et non la sortie de l'acide carbonique, qui est cause de l'altération de l'eau de Vichy transportée dans des bouteilles mal bouchées.

de Mascagny, de Luiscius, de Brande, de Home, de Hatchett, de Marcet, de M. Magendie, etc., avaient déjà fait connaître les avantages que peut présenter l'emploi des alcalis, soit purs, soit carbonatés, dans le traitement des affections des voies urinaires; mais je crois qu'il est permis d'espérer plus de succès de ce mode de traitement maintenant que l'influence de l'acide carbonique y est mieux appréciée, et que l'innocuité des bi-carbonates alcalins se trouve démontrée par tout ce que nous avons dit plus haut (1). Ce qu'on observe dans les établissemens thermaux où se trouvent des eaux alcalines gazeuses, dans les fabriques de soude factice et de sel de soude (2), en Angleterre où l'on consomme une si

---

(1) Nous devons citer ici le succès que M. Robiquet vient d'obtenir en traitant un calculeux par le bi-carbonate de soude pris à haute dose. (Voyez *Journal de Pharmacie*, mars 1826, page 124.)

(2) J'ai remarqué que les ouvriers occupés à réduire en poudre, à mélanger et à embariller le sel de soude, n'éprouvent aucune incommodité de ce travail, et que cependant ils respirent et avalent assez de sel de soude pour avoir presque constamment l'urine alcaline. (*Annales de Chimie et de Physique*, tome XXXI, page 65.) M. Pajot Descharmes vient de me faire savoir qu'il avait depuis long-temps remarqué, dans trois établissemens considérables qui ont été successivement sous sa direction, que les ouvriers occupés à piler et à tamiser la soude brute n'étaient sujets à aucun accident particulier, et que les chevaux employés à ce travail étaient même exempts de la maladie connue sous le nom de *pousse*.

grande quantité d'une eau alcaline gazeuse connue sous le nom de *soda water*, et lorsqu'on fait usage des pastilles alcalines (1), indique la possibilité d'obtenir de grands succès en examinant de nouveau, avec plus d'exactitude et de hardiesse qu'on ne l'a fait jusqu'ici, le traitement du calcul, de la gravelle et de la goutte, par le moyen des dissolvans chimiques. Il est donc bien à désirer que ce sujet de recherches, si important pour l'humanité, soit repris, en y appliquant les données nouvelles, et en s'aidant de tous les moyens qu'offrent maintenant les méthodes analytiques. Faisons des vœux pour que les chimistes qui ont le plus avancé la partie de la science qui traite des corps organiques, veuillent bien se livrer à ces travaux ; la carrière est belle, car les résultats seraient encore bien importans dans le cas où l'on n'obtiendrait pas tout le succès désirable, et où l'on ne parviendrait même qu'à aider à l'emploi des moyens mécaniques proposés récemment pour éviter l'opération de la taille, et pour détruire les calculs dans l'intérieur de la vessie.

Analyse *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 6 *février* 1826.

Le Ministre de l'Intérieur adresse l'ordonnance du Roi qui confirme l'élection de M. de Freycinet.

---

(1) Voyez *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXXI, p. 58.

Par une seconde lettre, Son Excellence invite l'Académie à présenter un candidat pour la place de professeur de botanique actuellement vacante au Jardin du Roi par la démission de M. de Jussieu.

Par une troisième lettre enfin, le même Ministre demande qu'on examine le rapport de l'Intendance de santé de Marseille, sur les procédés de désinfection de M. Labarraque.

L'Académie reçoit un travail inédit de M. Rozière sur la Constitution physique de l'Egypte; un Mémoire sur la Fièvre jaune, par M. Paulet; un Mémoire intitulé : *Construction d'engrenage dans lequel les axes des deux roues dentées ne sont pas contenues dans le même plan*, par M. Théodore Olivier; un Mémoire sur les Fœtus acéphales, par M. Surum de Limoges.

D'après les conclusions adoptées par l'Académie, d'un rapport des deux secrétaires, on ouvre un paquet cacheté déposé en 1782 par dom Gauthey, contenant les moyens de communiquer secrètement, en un instant, à toutes distances. Ce moyen, dont il est donné lecture, se fonderait sur les oscillations de la colonne d'air renfermée dans un tuyau métallique continu qui irait, sous terre, d'une station à l'autre.

La Commission qui avait été chargée de l'examen des pièces envoyées au concours sur les perturbations des comètes, annonce qu'il n'y a pas lieu à décerner le prix; elle demande qu'il soit proposé de nouveau pour 1828 : ce vœu est accueilli.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire lit un Mémoire intitulé : *Description du crocodile sacré connu sous le nom de* Suchus.

M. de Saint-Cricq, président du Bureau de Commerce et des Colonies, avait soumis à l'Académie les questions suivantes :

« Le sulfate de soude peut-il, par les procédés de la » chimie, reprendre, non-seulement les apparences, » mais encore le goût du sel commun, de telle sorte » que, ramené à cet état, il ne puisse être distingué » par le consommateur du sel qui n'aurait reçu aucune » transformation ; et dans le cas de l'affirmative, la » dépense d'une telle opération n'excéderait-elle pas le » droit de 3 décimes par kilogramme, auquel on vou- » drait se soustraire ? »

Les conclusions du rapport très-détaillé qu'a fait la Commission chargée d'examiner cette question, sont que le Gouvernement peut sans inconvénient permettre la vente du sulfate de soude préparé avec le sel marin, en franchise de droit, et que cette permission exercera une influence très-avantageuse sur notre industrie manufacturière.

M. Cauchy, au nom d'une Commission, fait un rapport favorable sur un Mémoire de M. Frizon, relatif à quelques formules d'analyse.

M. Dutrochet lit un Mémoire sur les Causes de la direction que prend la radicule des plantes.

L'Académie se forme en comité secret pour entendre diverses propositions sur les moyens d'accélérer la publication de ses Mémoires.

Séance du lundi 13 *février.*

Le Garde des Sceaux invite l'Académie à chercher quels moyens sûrs on pourrait employer pour empêcher

les faussaires d'effacer dans les actes, à l'aide de procédés chimiques, certaines parties d'écriture auxquelles ils substituent des conventions frauduleuses.

M. Guerre soumet au jugement de l'Académie, de nouveaux instrumens à vent de son invention ; M. Bras, de Libourne, une Démonstration du Postulatum d'Euclide, qui sert de fondement à la théorie des parallèles ; M. Ostrogradsky, un Mémoire relatif aux Equations différentielles du second ordre et à la détermination des fonctions arbitraires ; M. de Zuylen de Nyevelt, l'Esquisse d'un nouveau système d'Astronomie.

M. Andreossy lit la première partie d'un Mémoire intitulé : *Des Dépressions de la surface du globe dans le sens longitudinal des chaînes de montagnes et entre deux reliefs maritimes adjacens.*

M. Cauchy présente une Note sur l'Analyse des sections angulaires.

M. Dutrochet lit un Mémoire intitulé : *De l'OEuf et du Têtard des Batraciens.*

M. Leroy d'Etioles lit des Recherches sur l'Asphyxie.

On nomme au scrutin deux Commissions : la première, composée de MM. Duméril, Portal, Dupuytren, Magendie et Boyer, examinera les Mémoires envoyés au concours pour le prix de physiologie fondé par M. de Montyon ; l'autre, dont MM. Thenard, Gay-Lussac, D'Arcet, Chaptal et Dulong sont membres, portera un jugement sur les Mémoires des auteurs qui pensent avoir rendu un art ou un métier moins insalubres.

Séance du lundi 20 février.

MM. Desfontaines et Mirbel font un rapport favorable sur un Mémoire que M. Duvau avait présenté concernant le genre des Véroniques.

M. Adrien de Jussieu est nommé, à la presque unanimité, candidat à la place de professeur de botanique vacante au Jardin du Roi.

M. Civiale continue la lecture de son Mémoire sur la Lithotomie.

M. Pinel fils communique ses idées sur les causes physiques de l'aliénation mentale.

M. Cauchy fait un rapport sur la Démonstration du Postulatum d'Euclide, présentée par M. Bras : les conclusions sont que cette Démonstration ne saurait être admise.

M. Segalas lit un Mémoire sur cette question : Le sang peut-il être le siége de maladies ?

Séance du lundi 27 février.

Voici la liste des Lettres ou Mémoires manuscrits que l'Académie a reçus dans cette séance :

Une Lettre de M. Souberbielle tendant à prouver que le nombre des personnes qui ont succombé par suite de l'opération de la taille, n'est pas aussi grand qu'on l'annonce dans le Mémoire de M. Civiale; une Lettre de M. Leroy d'Etiole, concernant aussi le travail de M. Civiale; une Lettre du Dr Lassis sur les maladies épidémiques; la Description d'un moyen de fabrication du papier propre à prémunir la Société contre les

entreprises des faussaires, par M. Mérimée; un Mémoire de M. Chevallier sur les Moyens de reconnaître les actes dont l'écriture est altérée; une nouvelle Note de M. Girard, ingénieur des Ponts et Chaussées, sur la Théorie de la chaleur et sur la Mécanique moléculaire; enfin, des Recherches microscopiques et physiologiques sur le genre Micoderma, par M. Desmasières de Lille.

M. Cauchy présente deux Mémoires d'analyse; l'un a pour titre : *Nouveau Genre de calcul analogue au calcul infinitésimal*; l'autre traite du Développement des fonctions en séries périodiques.

MM. D'Arcet et Thenard lisent un Mémoire intitulé : *De l'Emploi des corps gras comme hydrofuges dans la peinture sur la pierre et sur le plâtre, et pour l'assainissement des lieux bas et humides.* (Nous espérons pouvoir publier ce Mémoire dans le prochain Cahier.)

M. Geoffroy-Saint-Hilaire fait un rapport verbal sur une Dissertation de M. Breschet concernant les grossesses extra-utérines.

M. Broussard lit un Mémoire sur la Navigation intérieure de la France, et sur un équipage particulier propre à faire remonter les bateaux.

A la fin de la séance, MM. Meirieux et Heurteloup ont lu deux Mémoires relatifs aux moyens de détruire la pierre dans la vessie à l'aide d'instrumens introduits par le canal de l'urètre.

Analyse *d'une Poudre qu'on vend à Paris, aux Bijoutiers, sous le nom de* couleur (1).

Par Mr J.-L. Casaseca.

La cupidité et l'ignorance font souvent débiter dans le commerce, sous différens noms, une infinité de substances plus ou moins nuisibles, auxquelles on attribue des propriétés extraordinaires, et le public confiant se trouve souvent exposé à des accidens fort graves, n'ayant aucun soupçon des qualités malfaisantes qu'elles possèdent parfois à un très-haut degré, et suivant lesquelles elles agissent d'une manière spéciale.

On ne saurait trop faire connaître de pareilles préparations secrètes, et donner trop de publicité à leur composition et aux analyses que l'on en fait, dont la connaissance des résultats peut être si éminemment utile à la société. Telles sont les considérations qui m'engagent à publier les détails de celle que j'ai eu occasion de faire.

Propriétés physiques de cette poudre.

Cette poudre que l'on emploie *pour mettre l'or en couleur* est d'un blanc sale, ayant quelque chose de rou-

---

(1) La poudre qu'emploient ordinairement les bijoutiers pour mettre l'or en couleur se compose de sel marin, de nitrate de potasse et d'alun; mais depuis quelque temps on en débite dans le commerce une autre dont la composition est différente, et c'est celle-ci que j'ai été chargé d'examiner.

geâtre; sa saveur est salée et analogue à celle du sel marin, puis elle laisse dans la bouche un arrière-goût métallique désagréable; elle attire sensiblement l'humidité de l'air.

Propriétés chimiques.

Cette poudre, traitée par l'eau froide, s'est dissoute en grande partie et a laissé un résidu blanc, très-pesant, que nous avons recueilli sur un filtre; par le lavage et la dessiccation, sa surface est restée rougeâtre, l'intérieur en était blanc.

La dissolution, parfaitement limpide et incolore, rougissait le papier de tournesol. Elle a donné, par le nitrate d'argent, un précipité de chlorure d'argent très-abondant; par le nitrate de baryte un précipité assez marqué, reconnu pour du sulfate de baryte. Elle a donné par la potasse un précipité floconneux; un grand excès de potasse a redissous la plus grande partie du précipité, et la partie insoluble dans l'excès de potasse était de la magnésie dont le sulfate et l'hydrochlorate accompagnent toujours le sel marin. Après avoir versé un excès d'acide hydrochlorique dans une autre portion de cette dissolution, elle a précipité par l'ammoniaque, ce qui nous a prouvé l'existence d'un sel alumineux; et la dissolution concentrée ayant précipité par l'hydrochlorate de platine, nous en avons conclu, ayant égard aux expériences déjà faites, que la dissolution contenait de l'alun, et que cet alun était à base de potasse, puisque la poudre triturée avec de la potasse à l'alcool humectée n'a pas dégagé sensiblement d'odeur ammoniacale. L'hydrogène sulfuré versé dans la disso-

lution lui a donné une teinte jaunâtre, ce qui nous a fait soupçonner la présence de l'arsenic; nous avons dès-lors mis une petite quantité de la poudre soumise à l'expérience sur les charbons incandescens, et il s'est dégagé une abondante vapeur blanche arsénicale et tout à la fois acide, et cet acide était de l'acide hydrochlorique. Nous avons alors recueilli le précipité qui était sur le filtre, et après l'avoir desséché, nous l'avons chauffé avec son poids de potasse et moitié son poids de charbon dans un tube de verre, et nous en avons obtenu de l'arsenic métallique volatilisé.

Nous avons dès-lors procédé à une analyse rigoureuse; pour cela, nous avons traité 20 grammes de cette poudre par l'eau froide, mais en quantité seulement suffisante pour dissoudre les sels, en sorte que nous nous sommes arrêtés dans le lavage à froid du précipité, quand la liqueur filtrée ne précipitait plus ni par le nitrate d'argent ni par le nitrate de baryte; opérant avec cette précaution, et l'oxide d'arsenic n'étant pas sensiblement soluble dans l'eau froide, nous sommes assurés de ne pas en avoir perdu une quantité appréciable. Le précipité desséché pesait 2g,250; nous l'avons mis dans une cornue en verre luté, et nous l'avons chauffé jusqu'au rouge; tout l'oxide blanc d'arsenic est venu se volatiliser et se vitrifier même dans le col de la cornue; et ayant cassé celle-ci convenablement, nous avons trouvé dans la panse un résidu brunâtre composé d'oxide de fer et d'argile, parce que sans doute, dans la préparation de cette poudre, on a fait usage de sel gris que l'on calcine, ce qui occasione la couleur rougeâtre de la poudre; ce résidu pesait 0g,115; donc il y avait

2g,135 d'oxide d'arsenic réel, ce qui sur 20 grammes fait à peu près le neuvième, quantité très-considérable et qui rend cette poudre excessivement dangereuse, surtout quand le public ne se doute pas du poison violent qu'elle renferme.

Du reste, nous avons obtenu 0g.455 d'alumine, ce qui, d'après Berzelius, fait pour l'alun à base de potasse 4g,190; il reste donc des 20 grammes 13g,560 de sel marin, en sorte que l'analyse de cette poudre fournit, sur 20 gram. :

Oxide blanc d'arsenic pur...	2g,135;
Alun à base de potasse.....	4 ,190;
Sel marin.....	13 ,560;
Oxide de fer et argile.....	0 ,115.
	20g,000.

Je pense que si effectivement, comme on me l'a assuré, cette poudre est propre à *mettre l'or en couleur*, l'oxide d'arsenic ne doit être pour rien dans cette action, et qu'elle n'agit que parce que l'alun et le sel se décomposent réciproquement, et qu'il se forme du sulfate de soude et de l'hydrochlorate acide d'alumine, dont les élémens ont peu d'affinité.

Tels sont les résultats que j'ai obtenus; je crois qu'il est de l'intérêt général de les publier.

Note *de M. D'Arcet.*

J'ai eu plusieurs fois l'occasion d'examiner la composition saline connue sous le nom de *couleur*, et dont les

bijoutiers font usage pour donner à l'or des bijoux, qui n'est qu'au titre de 750 millièmes, la belle couleur jaune et le beau *mat* que présente l'or fin lorsqu'il n'est pas poli. Voici, en nombres ronds, le résultat de ces analyses.

Cette poudre contient au cent :

Salpêtre	40 ;
Alun.....	25 ;
Sel marin....	35.
	100.

J'ignorais qu'on eût apporté quelques changemens dans la composition de ce mélange ; si l'on se sert actuellement de celui qui est indiqué par M. Casaseca pour mettre l'or en couleur, ce ne doit pas être depuis long-temps, et on n'aura probablement adopté l'usage de ce nouveau mélange que depuis que la mode a ramené le goût et nécessité l'emploi des alliages, différemment colorés, de l'or avec l'argent, le cuivre, le fer, l'antimoine et le platine. L'observation que publie M. Casaseca me paraît fort importante, et décidera sans doute l'autorité à adopter quelques mesures administratives, afin d'obliger les personnes qui préparent, qui vendent ou qui emploient la nouvelle composition dont il s'agit, à prendre toutes les précautions convenables pour qu'un mélange qui contient autant d'oxide d'arsenic, puisse être mis sans danger dans le commerce.

Sur *la Force des tuyaux de plomb.*

M. Jardine d'Edimburgh a fait sur cet objet des expériences dont je vais consigner ici les résultats; voici d'abord l'indication de la méthode que cet ingénieur a suivie.

L'un des bouts du tuyau était bouché; à l'autre bout se trouvait une pompe foulante; une éprouvette dépendante de la pompe donnait la mesure de la pression exercée.

Dans les premiers momens de l'action, on n'apercevait aucune altération notable dans la forme du tuyau; bientôt, cependant, on le voyait se dilater graduellement dans toute sa longueur; ensuite de petites protubérances se montraient dans les parties les plus faibles, grandissaient peu à peu, et finissaient par éclater.

Le tube, dans la première expérience, avait $1\frac{1}{2}$ pouce anglais de diamètre, et $\frac{1}{5}$ de pouce d'épaisseur. Il supporta, sans changer sensiblement de forme, une pression équivalente à celle d'une colonne d'eau de 1000 pieds anglais de hauteur ou à 30 atmosphères, ce qui correspondait à 420 livres anglais par pouce carré de la surface intérieure. Quand la pression fut de 1000 pieds d'eau, le tube commença à se dilater; la rupture eut lieu sous la pression de 1200 pieds : alors chaque pouce carré de surface supportait un poids de 600 livres.

Le métal dont le tube était fait, avait une grande ductilité. Les bords des parties fracturées étaient tranchantes et régulières comme des lames de couteau.

Dans la seconde expérience, le tube avait 2 pouces

de diamètre et $\frac{1}{5}$ de pouce d'épaisseur. Il soutint la pression exercée par une colonne d'eau de 800 pieds de hauteur sans paraître se dilater ; une colonne de 1000 pieds le rompit. La fracture avait moins de régularité que dans la première expérience : le métal n'était pas aussi ductile.

Titane *métallique dans les scories provenant de hauts fourneaux.*

Il y a déjà quelque temps que le Dr Walchner de Fribourg en Brisgaw, a observé dans les hauts fourneaux du pays de Bade, particulièrement à Kandern, des cristaux cubiques de titane métallique parfaitement semblables à ceux dont nous avons donné la description d'après le Dr Wollaston, dans un autre tome des *Annales*. M. Zinken vient de faire une observation analogue en examinant les scories d'un haut fourneau situé à Magdesprung ; M. Karsten qui, de son côté, a aussi reconnu ces mêmes cristaux de titane dans les scories de plusieurs forges d'Allemagne, a rappelé de plus que Grigon les avait déjà signalés en 1757 : mais on les prenait à cette époque pour des pyrites de fer.

Globules *d'eau dans des Améthystes.*

Le professeur Webb, de Providence (États-Unis), a remarqué que les cristaux d'améthyste renferment beau-

coup plus fréquemment qu'on ne l'avait supposé, des vacuoles d'un diamètre assez considérable, remplies en grande partie d'un liquide qui ressemble extérieurement à de l'eau. Les échantillons qui lui ont présenté cette particularité, avaient été rejetés à la première vue par les amateurs, à cause qu'ils n'offraient pas de couleurs assez vives.

(*Silliman Journal.*)

Cristallisation *du Camphre.*

M. John, de Berlin, dit avoir reconnu que les vapeurs qui s'échappent spontanément, d'un morceau de camphre enveloppé d'un papier ciré et placé dans un verre bien fermé, se cristallisent à la longue en petites tables à six faces, dont deux, opposées l'une à l'autre, sont plus larges que les quatre autres. Ces cristaux sont transparens et très-brillans.

(*Bull. univ.*)

Note *sur une Matière blanche filamenteuse qui se trouve sur de la fonte.*

Par M. Vauquelin.

M. Mollerat-Guyon me remit, le 17 juin 1824, un morceau de fonte de fer dont une grande partie de la surface est recouverte d'une substance blanche, formée

de filamens soyeux qui paraissent sortir de la matière de la fonte, et qui ressemblent à des faisceaux de certaines amiantes ou d'alun de plume. Les filamens sont de la plus grande blancheur et si légers que le moindre mouvement dans l'air les enlève quand ils sont détachés de la fonte. J'ai été curieux de soumettre à l'analyse chimique cette matière soyeuse, et j'ai trouvé que c'était de la silice très-pure; elle ne contient pas un atome de fer. Je me rappelle, à cette occasion, d'avoir examiné, il y a déjà long-temps, une matière à-peu-près pareille, trouvée dans un haut fourneau, attachée à un morceau de fonte. (Voyez *Ann. de Chim.*, vol. LXXIII, p. 102.) A cette époque, quoique le potassium et le sodium fussent connus, on ne pensait pas encore au silicium, en sorte qu'il était difficile d'expliquer la formation de cette matière filamenteuse qui se trouvait ainsi, à la surface de la fonte, restée long-temps dans les hauts fourneaux. Il fallait supposer une certaine volatilité à la silice, soit qu'on admît qu'elle sortît de la fonte, ou que, venant de l'extérieur, elle s'y fût déposée. Or, la première supposition n'est pas probable; car si la chaleur du fourneau avait été assez forte pour expulser la silice de l'intérieur de la fonte, elle ne serait pas fixée à la surface de celle-ci qui devait être plus chaude que son intérieur; quant à l'autre supposition, il faudrait que la fonte eût été placée dans la partie la plus froide du fourneau pour que la silice réduite en vapeurs eût pu s'y condenser. Aujourd'hui que l'on sait que le silicium peut se trouver en grande quantité dans les fontes de fer, on conçoit que ce métal, au sein d'une pareille combinaison exposée à une haute température et au contact de l'air, peut

être réduit en vapeur et venir sous cette forme à la surface de la fonte, où il brûle et cristallise. Le morceau que je présente est très-propre à faire comprendre cet effet : sa surface est ductile, tandis que le centre est encore cassant.

Sur *l'Acide cyanique.*

M. Wöhler, dans des recherches dont nous avons donné l'extrait, vol. XXVII, pag. 196 de ce Journal, avait trouvé que l'acide que l'on obtient en faisant agir le cyanogène sur des dissolutions alcalines, et qu'on peut se procurer abondamment en chauffant au rouge obscur un mélange de parties égales de cyanoferrure de potassium et de peroxide de manganèse, était formé d'un atome de cyanogène et d'un atome d'oxigène; composition tout-à-fait la même, quant à la nature et à la proportion des élémens, que celle de l'acide que MM. Liebig et Gay-Lussac avaient aussi désigné par le nom d'*acide cyanique.* M. Liebig a repris l'analyse de l'acide de M. Wöhler, et a conclu de ses expériences que cet acide était moins oxigéné que M. Wöhler ne l'avait trouvé, et qu'il était composé d'un atome d'oxigène et d'un atome et demi de cyanogène; qu'en un mot, on devait le considérer comme l'acide *cyaneux.*

Nous nous étions proposé de faire connaître plus en détail l'analyse de M. Liebig; mais M. Wöhler vient de confirmer ses premiers résultats par de nouvelles expériences, et persiste à regarder son acide cyanique comme formé d'un atome de cyanogène et d'un atome d'oxi-

gène. Nous attendrons donc, pour fixer définitivement notre opinion, qu'un tiers ait prononcé entre ces deux habiles chimistes.

Extrait *d'une Lettre de M.* Liebig *à M.* Gay-Lussac *sur la présence de l'iode dans les eaux minérales.*

Je me suis occupé depuis quelque temps de l'analyse des eaux salées de notre pays (Darmstadt), et je trouve que toutes ces eaux contiennent de l'acide hydriodique en quantité plus ou moins grande. C'est par l'eau régale étendue de soixante fois son poids d'eau et de l'amidon, que je suis parvenu à découvrir la plus petite trace de ce corps dans les eaux-mères de ces eaux.

L'eau salée de la saline de Kreutznach (Theodorshalle) est remarquable par la grande quantité d'acide hydriodique ou d'iode qu'elle contient; outre ce corps, on y trouve de l'hydrochlorate de chaux et de magnésie. J'ai mêlé 6 livres d'eau-mère de cette eau avec du sulfate de soude, et après avoir séparé le sulfate de chaux, j'ai évaporé la liqueur jusqu'à ce que la plus grande quantité de sel marin se soit cristallisée. La liqueur brune foncée qui est restée, distillée avec son poids d'acide sulfurique, m'a donné $0^{gram.},253$ d'iode.

OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES. *Mars* 1826.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	MIDI. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	3 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	9 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	THERMOMÈTRE. maxim.	minim.	ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
1	763,57	+10,5		762,89	+11,2		761,30	+10,6		759,67	+ 4,5		+11,3	+ 4,5	Couvert.	S. O.
2	757,60	+ 6,0		757,40	+11,2		756,78	+11,5		756.88	+ 8 4		+11.5	+ 1,2	Couvert	S. O
3	756,47	+10,0		755,65	+13,6		754,80	+13,7		756,70	+ 9,7		+13,8	+ 7.6	Couvert.	S. fort.
4	755,00	+ 9,3		755,04	+13,6		754,50	+14,5		754,06	+11,3		+14,5	+ 7,5	Couvert.	S. O.
5	756,07	+ 7,5		759,18	+ 9,6		760,00	+10,7		763,08	+ 7,0		+10.7	+ 7,0	Nuageux.	O.
6	764,84	+ 6,3		763.68	+10,6		761,62	+11,2		759,46	+ 8,8		+11,3	+ 0,8	Très-voilé.	S. S. E.
7	759 73	+14,2		759,47	+17,5		759,02	+18,4		760,14	+13,0		+18,4	+10,0	Légers nuages.	S. O.
8	761,68	+11,9		760.50	+18,0		759,77	+20,1		760,38	+13,3		+20,4	+ 7,8	Quelques lég. nuag.	S. S. E.
9	763,67	+13,0		763,87	+17,5		763,65	+19,0		764.47	+14 2		+19,0	+ 7,2	Légers nuages.	S S E.
10	766 00	+14,0		765,30	+18,0		764,20	+17,0		764,12	+ 9,4		+18,0	+ 7,6	Beau.	E
11	764,26	+ 8,4		764,00	+12,1		763,90	+13,4		765.10	+ 7,8		+13,4	+ 5,0	Beau.	E.
12	765,84	+ 5,4		764,25	+ 9,0		763 20	+10,1		764,82	+ 3.5		+10,1	+ 2,3	Très-beau.	E. N. E. fort.
13	566 13	+ 6,5		765,15	+ 9,9		762,83	+12,0		763,00	+ 8.5		+12,3	+ 3,1	Beau.	E.
14	761,30	+11,6		761,10	+16,2		759,40	+18,0		758,12	+12,3		+18,0	+ 6 5	Éclaircies.	S.
15	757,00	+12,7		756,10	+16,0		755,18	+16,2		755,78	+12,5		+16,8	+ 8,2	Couvert.	O. S. O.
16	759,82	+ 8,5		760,90	+10,0		761,36	+ 9,6		761 02	+ 4,5		+10,0	+ 4,5	Eclaircies.	N E.
17	766,30	+ 5,7		766,10	+ 7,5		764,90	+ 8,2		765,23	+ 4,0		+ 8,3	+ 1,0	Beau.	N. E.
18	764,32	+ 4,5		763,50	+ 7,8		761,30	+ 9,6		758,54	+ 4,0		+ 9,6	— 1,7	Beau.	S. E
19	754.34	+ 6 9		754 20	+ 7,1		753,70	+ 8,4		755,23	+ 4,5		+ 8,7	— 0.8	Couv., gouttes d'eau.	N O fort.
20	756,50	+ 6,8		755,25	+ 6,8		754,07	+ 4,9		753,98	+ 2,5		+ 7,5	+ 2,5	Pluie, grésil.	N. O.
21	752,24	+ 3,8		751 95	+ 6,0		750,57	+ 7,5		749,04	+ 2,7		+ 7,5	+ 1,5	Eclaircies	N.
22	749,50	+ 5,0		748,20	+ 8,4		747,48	+ 9,8		748,47	+ 4.8		+ 9,8	+ 3,2	Quelq. pet. éclaire.	E.
23	745,85	+ 5,0		745,10	+ 6,2		743,96	+ 6,2		742,50	+ 4,7		+ 6,3	+ 3 8	Couvert.	N. O.
24	742,58	+ 6,2		743,43	+ 9,4		743,74	+ 8,8		745,30	+ 7,2		+ 9 4	+ 4 6	Couvert.	E. S. E.
25	746,27	+ 4,7		746,06	+ 8,4		745,06	+ 8,7		745,74	+ 2,2		+ 8,8	+ 2,2	Couvert.	N. E.
26	745,56	+ 3,2		745,22	+ 6 0		745,18	+ 5.1		747,10	+ 2,6		+ 6,0	+ 2,0	Couvert.	N. N. E.
27	749,82	+ 0,5		750,96	+ 1,9		751,15	+ 5,2		753,90	+ 1,2		+ 5,2	— 0,0	Couvert.	N. E. fort.
28	754,47	+ 2,5		753,87	+ 4 2		752,68	+ 5,2		752,55	+ 1,1		+ 5,4	— 2,0	Beau.	N. E.
29	750 87	+ 7,2		750,00	+11,5		749,20	+ 9,6		750,80	+ 5,5		+11,5	— 2,0	Couvert.	S. O.
30	758,87	+ 5,2		759,80	+ 6,8		760,50	+ 8,0		763,05	+ 3,8		+ 8,0	+ 1,1	Nuageux.	O N. O.
31	766,20	+ 7,1		766,02	+ 9,5		765,70	+ 9,0		765,63	+ 2 4		+ 9,5	+ 0,2	Couvert.	N. E.
1	760,40	+10,3		760,30	+14,1		759,56	+14,7		759,90	+10,0		+14,9	+ 6,1	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	761,58	+ 7,7		761,06	+10,2		760,08	+11,0		760,38	+ 6,4		+11,5	+ 3,1	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 1,265
3	751,02	+ 4,6		750,97	+ 7,1		750,47	+ 7,6		751,43	+ 3,7		+ 7,9	+ 1,3	Moyenn. du 21 au 31.	Terrasse, 0,980
	757,45	+ 7,4		757,23	+10,3		756,83	+10.9		757,05	+ 6,6		+11,3	+ 3,4	Moyennes du mois,	+ 7°,4.

Recherches *chimiques sur l'Amidon et les diverses substances féculantes du commerce.*

Par Mr J.-B. Caventou.

(Lues à l'Académie royale de Médecine.)

Depuis plus de huit ans, j'avais entrepris un travail sur les diverses substances amylacées qui existent dans le commerce, où on les désigne sous les noms de *salep*, *sagou*, *tapioka* et *arowroot*; je donnai, à cette époque, connaissance de mes premières recherches à la Société de Pharmacie, et ne crus pas devoir les publier, parce que plusieurs de mes résultats ne me parurent pas présenter les caractères généraux auxquels je tendais : j'ignorais alors les altérations et les sophistications que l'on fait subir à ces substances dans le commerce. J'avais intention, d'ailleurs, de tenter de nouvelles recherches sur l'amidon ou fécule, dont les caractères chimiques, dans certaines circonstances, ne me paraissaient pas assez bien établis, et semblaient même tout-à-fait ignorés.

En 1822, je tentai de nouveaux essais, et trouvai quelques faits assez intéressans que je consignai dans mon Cahier d'observations sans en faire d'autre usage, parce que j'espérais toujours pouvoir terminer le travail que j'avais en vue. Des circonstances m'avaient en quelque sorte fait oublier les résultats de ces premières expériences, lorsque tout récemment M. Edwards me fit part d'un Mémoire sur la Fécule publié par M. Raspail, et inséré dans le Cahier de décembre 1825, des *Annales des Sciences naturelles*. Je dois avouer que la lecture

de ce Mémoire m'intéressa vivement par les faits curieux qu'il contient; mais comme j'en ai observé dont l'auteur n'a point parlé, et que nous différons, d'ailleurs, dans la manière d'expliquer les phénomènes, j'ai cru qu'il ne serait pas inutile peut-être de publier mon travail, tout incomplet qu'il soit.

Action de l'eau sur l'Amidon.

Je dois prévenir, en rappelant mes expériences, que j'ai toujours agi et envisagé les phénomènes dans la persuasion que la fécule est un principe immédiat pur et homogène. Cette considération me paraît importante à noter.

Il est bien connu que l'eau froide n'a pas d'action sensible sur l'amidon; mais que quand ce fluide est élevé à une température qui approche de celle de 60 à 70°+0 centig., il dissout ce principe, et forme une masse transparente gélatineuse, qui est connue généralement sous le nom d'*empois*. Qu'est-ce donc que l'empois? C'est, nous dit-on depuis long-temps, la dissolution ou la combinaison de l'amidon avec une certaine quantité d'eau; c'est enfin un *hydrate d'amidon*. Telle est, je crois, l'opinion émise dans tous les livres au sujet de la nature de l'empois. Cependant, si l'on envisage bien les propriétés de cette préparation, il est facile de se convaincre qu'elle diffère évidemment de l'amidon, ou plutôt que l'amidon a perdu dans cette prétendue combinaison sa propriété la plus caractéristique, c'est-à-dire son insolubilité dans l'eau froide. En effet, lorsqu'on a transformé de l'amidon en empois, il est impossible d'obtenir ce dernier tel qu'il était avant l'expérience; il se redissout en plus ou moins grande partie dans l'eau froide,

propriété que n'a point l'amidon pur. Ce résultat semble donc prouver que ce principe change de nature dans sa conversion en empois par l'action de l'eau bouillante, et que ce dernier n'est point un hydrate simplement.

De l'Empois d'Amidon.

Je distingue deux espèces d'empois : 1° celui au *minimum* d'amidon, qui est tout-à-fait transparent ou très-légèrement opalin ; et 2° celui au *maximum* d'amidon, qui est presque ou tout-à-fait opaque.

Le premier, bien refroidi, se délaie et se dissout dans une grande quantité d'eau froide ; il laisse seulement indissout un petit résidu blanc, qui est de l'amidon ; la liqueur filtrée, est limpide et claire ; par l'évaporation, elle fournit des plaques jaunâtres, transparentes, qui se redissolvent dans l'eau froide, sans laisser de résidu ; bien que cette dissolution devienne d'un beau bleu par l'iode, qu'elle précipite par le sous-acétate de plomb, par la noix de galle, toutes propriétés attribuées jusqu'ici à la dissolution de l'amidon dans l'eau bouillante, la matière végétale qu'elle renferme diffère toujours de ce dernier, puisqu'elle se redissout à froid. D'après ce fait bien évident, il est très-rationel de conclure, ce me semble, que l'action de l'eau bouillante sur l'amidon en modifie la nature, puisqu'elle le rend soluble dans l'eau froide. Mais comment agit ici l'eau bouillante ? Est-ce simplement par la chaleur qu'elle contient, qu'est produite la modification de la fécule ? sa faculté dissolvante n'y entre-t-elle pour rien ?

Si la température de l'eau bouillante suffisait pour produire un tel résultat, on l'obtiendrait également en tenant

exposé l'amidon à cette chaleur long-temps continuée : or, l'expérience prouve le contraire.

Tandis que si la température est élevée à 100 et quelques degrés, c'est-à-dire à celle très-voisine où l'amidon se décompose, aussitôt cette substance prend une teinte roussâtre faible, développe une odeur de pain cuit, et si alors on la laisse refroidir, et qu'on l'expose à l'action de l'eau froide, elle s'y dissout, et la liqueur qui en résulte jouit de tous les caractères de celle dont il a été question plus haut.

Ainsi l'action de l'eau est évidente; elle tient lieu, en quelque sorte, d'un excès de température, en raison de sa faculté dissolvante qui facilite et détermine une nouvelle disposition dans les molécules constituantes de la fécule.

Lorsque la température est plus élevée encore que les précédentes, et propre à faire subir à l'amidon une forte torréfaction, ce principe est alors complètement altéré, il se dissout avec une grande facilité dans l'eau, et au lieu d'une couleur bleue, c'est une couleur pourpre qu'il prend avec l'iode, ainsi qu'il résulte des expériences publiées à diverses époques par MM. Bouillon-Lagrange, Dobœreiner et Lassaigne.

La seconde espèce d'empois est de nature et de composition analogue à la précédente; elle n'en diffère que par une plus grande quantité d'amidon pur qui s'y trouve suspendu ou en combinaison, ce qui produit l'opacité et la grande consistance de cet empois; aussi ce composé, traité par l'eau froide, laisse-t-il un résidu beaucoup plus considérable que l'autre.

D'après ces faits, l'empois est donc un composé ter-

naire d'amidon pur, d'amidon modifié et d'eau. La présence de ces trois corps est indispensable pour former de bon empois. L'amidon modifié est insuffisant par lui-même pour produire ce composé; cela est si vrai, que si l'on fait bouillir pendant long-temps de l'amidon dans l'eau, en ayant soin de renouveler celle-ci à mesure qu'elle s'évapore, ainsi que l'a fait Vogel, l'on finit par obtenir, au moyen de l'évaporation, au lieu d'empois, une matière dure, cornée, transparente, qui se redissout dans l'eau froide, et dans laquelle on ne retrouve plus de traces sensibles d'amidon pur. Il est facile de conclure, d'après ce qui précède, que dans cette longue ébullition l'eau a eu le temps de réagir sur toute la masse d'amidon, et d'en modifier jusqu'aux dernières particules.

Cet amidon, ainsi modifié, a été déjà aperçu par les chimistes, mais il n'a jamais fait l'objet d'une étude spéciale; on s'est toujours contenté de dire que l'amidon, après avoir été dissous dans l'eau bouillante, se redissolvait en partie dans l'eau froide.

C'est seulement dans ces derniers temps que M. de Saussure l'a désigné d'une manière spéciale sous le nom d'*amidine*, mais en le regardant comme produit de la décomposition spontanée de l'empois.

Je ne crois pas cependant que l'origine de l'amidine soit essentiellement le résultat d'une décomposition spontanée; je suis persuadé, au contraire, que cette sorte de putridité de l'empois est tout-à-fait étrangère à la production de cette substance, et il suffit de jeter un coup-d'œil sur le procédé par lequel M. de Saussure extrait l'amidine pour en être convaincu. En effet, ce savant

obtient l'amidine en faisant bouillir le résidu insoluble dans l'eau froide, de l'empois décomposé par le temps; filtrant les liqueurs après refroidissement, et en rapprochant celles-ci à siccité, il obtient une matière fragile, jaune, à demi-transparente, qui est l'*amidine*. Si maintenant on se rappelle la nature de l'empois telle que nous venons de l'envisager, n'est-il pas évident que le résidu insoluble de l'empois abandonné à l'ascescence doit être, pour la plus grande partie, formé d'amidon pur, qui, par son état d'aggrégation, a dû être le dernier principe attaquable par la putridité? N'est-il pas évident aussi qu'en traitant ce résidu amylacé par l'eau bouillante, M. de Saussure a modifié, par cet acte même, la nature de cet amidon et l'a converti en amidine? Je suis d'autant plus fondé à le croire, que cette amidine a tous les caractères de notre amidon modifié; il bleuit par l'iode, précipite la noix de galle, etc. Ainsi, selon moi, M. de Saussure, loin d'avoir extrait l'amidine, l'aurait formée lui-même, et il aurait ainsi méconnu cette vérité dont il s'étaie dans son Mémoire, « que, dans les procédés ordinaires de nos laboratoires, » on forme, on change souvent la nature des corps que » l'on veut étudier. »

Nous venons de voir que les caractères essentiels de l'amidine sont sa solubilité dans l'eau froide et la propriété d'acquérir une couleur bleue par l'iode. Nous avons aussi prouvé qu'on peut l'obtenir de deux manières, soit par l'action de l'eau bouillante sur l'amidon, soit par celle d'une plus haute température à laquelle on exposerait immédiatement cette substance. On a vu, par ces deux méthodes, qui conduisent au même résul-

tat, combien un agent chimique très-faible peut quelquefois tenir lieu de l'excès d'un autre beaucoup plus énergique, surtout à l'égard d'un corps organique dont les élémens sont très-mobiles. Nous allons maintenant poursuivre l'étude des phénomènes.

Si l'on fait bouillir long-temps une dissolution aqueuse d'amidine, elle finit par perdre la faculté de bleuir par l'iode, quoiqu'elle conserve encore celle de précipiter par la noix de galle et l'acétate de plomb ; elle prend avec l'iode une couleur purpurine ; alors l'amidine a changé de nature et est devenue beaucoup plus soluble dans l'eau : on peut amener immédiatement l'amidon ou la fécule à ce même état, soit par une torréfaction assez forte, soit, ainsi que je l'ai fait, en mettant à chaud en contact ce principe végétal avec de l'acide sulfurique étendu de douze fois son poids d'eau : il y a dissolution instantanée, et la liqueur portée à l'ébullition, puis refroidie, prend une couleur purpurine avec l'iode et ne précipite plus par l'eau. Si l'ébullition est continuée plus long-temps, l'iode n'y détermine plus aucun phénomène de coloration sensible : j'ignore si, par une torréfaction immédiate de l'amidon continuée avec ménagement, on parviendrait à obtenir une matière gommeuse qui ne deviendrait pas pourpre avec l'iode, comme dans les cas précédens. Je penche pour l'affirmative.

On reproduit une partie de ces phénomènes avec de l'empois *décomposé par le temps*. On ne consulte peut-être pas assez le temps, qui présente néanmoins, dans bien des cas, un agent chimique précieux. J'ai pris de l'empois, non à base de fécule de pomme de terre,

mais de fécule de froment; je l'ai abandonné à lui-même pendant plus de six semaines, dans les chaleurs de l'été; il devint aigre : délayé dans l'eau à cet état, et jeté sur un filtre, on observe les phénomènes suivans : si l'on verse de l'iode dans la liqueur, d'incolore qu'elle était, elle devient d'un beau pourpre; tandis que la matière insoluble restée sur le filtre prend à l'instant, par le même réactif, une belle couleur bleue. Ce résultat tranché ne peut avoir lieu qu'autant que toute l'amidine a été décomposée dans l'empois et est passée, soit à l'état de gomme, soit à l'état de sucre : quoique je ne l'aie pas vérifié, l'analogie me porte à croire que le développement de la couleur purpurine est dû seulement à l'espèce de gomme formée, dans ce cas, par l'ascescence, et que le sucre n'y est pour rien.

Ces résultats me font penser que l'iode est susceptible de former véritablement une combinaison avec l'amidon, et ce qui appuie, selon moi, cette opinion, est le fait suivant : si, dans la liqueur filtrée ci-dessus et amenée à la couleur *purpurine* par l'iode, on ajoute un peu d'amidine ou d'amidon, à l'instant même ces deux corps enlèvent l'iode à la substance qui cause la couleur purpurine, et produisent une combinaison *bleue* qui reste dissoute si elle est produite par l'amidine, et qui se précipite si elle est due à l'amidon. Si on isole par le filtre cette dernière combinaison, on peut encore reproduire successivement, comme ci-dessus, les couleurs purpurine et bleue. Ce fait ne prouve-t-il pas qu'il y a véritablement action chimique entre l'iode et l'amidon, et que la coloration n'est pas simplement déterminée par un effet physique, ainsi que vient de l'avancer

M. Raspail. Lorsqu'il y a affinité bien évidente, peut-on révoquer en doute l'action chimique ?

Application des observations précédentes à l'étude des substances féculantes du commerce.

Ainsi que je l'ai dit au commencement de ce Mémoire, j'avais d'abord commencé immédiatement l'étude du salep, du sagou, du tapioka et de l'arowroot, et les phénomènes chimiques que j'avais observés avec ces substances m'avaient porté à admettre le sagou et le tapioka surtout, comme de nouvelles espèces d'amidon ; mais j'avais expérimenté dans l'opinion que la fécule nous était parfaitement connue dans toutes ses propriétés chimiques, et c'est ce qui m'avait porté à tirer de mes résultats une conséquence prématurée dans un certain sens : par conséquent, les faits que j'ai annoncés à cette époque seront donc toujours les mêmes ; je différerai seulement dans la manière de les envisager et de les expliquer.

Du Salep.

(Cet article est extrait littéralement de mes notes, je n'y ai rien changé.)

Le salep réduit en poudre et mis en contact avec l'eau froide s'y délaie facilement par l'agitation, et forme une sorte d'empois demi-liquide et translucide. Cet empois, divisé dans une quantité suffisante d'eau froide et jeté sur un filtre, donne un liquide gommeux transparent et d'une saveur légèrement salée. Il reste sur le filtre une matière gélatineuse, tremblante, insoluble dans l'eau, soit à froid, soit à chaud, mais qui augmente en volume

dans ce liquide d'une manière considérable. Cette substance gélatineuse épuisée de tout principe soluble, d'abord par l'eau froide, et ensuite par l'eau bouillante, a été mise de côté pour l'examiner. Il en sera question tout-à-l'heure.

Maceratum aqueux du Salep.

Ce maceratum, essayé par quelques réactifs, se comporte de la manière suivante : il précipite par le nitrate d'argent et l'oxalate d'ammoniaque ; le sublimé corrosif y fait un léger louche; l'acétate ordinaire de plomb n'y produit de précipité que lorsque la liqueur est très-concentrée ; mais le sous-acétate de plomb y produit un précipité très-abondant.

Cette liqueur, rapprochée par l'évaporation, laisse une matière visqueuse qui a la plus grande analogie avec la gomme ; elle ne change point par l'iode, elle est précipitée sous forme de flocons blancs par l'alcool; mais elle offre cette petite différence, c'est qu'elle ne se redissout pas facilement dans une assez grande dose d'*eau forte.*

Une portion de cette matière calcinée dans un creuset de platine laisse un résidu d'où l'eau froide sépare du sel marin, tandis que l'eau acidulée dissout en totalité du phosphate de chaux restant.

La présence du sel marin dans le salep, si elle n'est accidentelle, est assez remarquable ; car on n'a trouvé en général ce sel que dans les plantes marines, et je ne pense point que le salep soit dans le même cas que celles-ci : quant au phosphate de chaux qui se trouve dissous dans un liquide non acide, on aurait lieu d'en

être étonné s'il n'existait point dans cette liqueur une certaine dose de matière visqueuse qui enchaîne le sel calcaire et le retient en dissolution. On sait d'ailleurs que M. Vauquelin, dans son analyse du riz, a annoncé un fait analogue, mais qui présente cette différence, qu'au lieu de gomme, c'est avec l'amidon que M. Vauquelin a expérimenté; et pour dissoudre même une quantité apparente de phosphate de chaux, il a été obligé d'exposer le mélange à la chaleur, car l'eau froide n'avait aucune action sur lui. Ainsi il est donc bien constant que le phosphate de chaux se dissout dans l'eau, non-seulement à la faveur des acides, mais encore à l'aide de l'amidon qui reçoit l'action de l'eau bouillante et d'une gomme semblable à celle existante dans le salep. Il est très-probable que l'on trouvera par la suite d'autres matières végétales qui partageront aussi cette propriété, qui au reste est commune à plusieurs matières animales.

Décoctum aqueux du Salep épuisé par l'eau froide.

Le salep épuisé autant que possible par l'eau froide, et traité ensuite par l'eau bouillante, abandonne à ce liquide une petite quantité d'une matière qui lui donne une apparence opaline. Cette liqueur, filtrée et essayée par l'iode, devient d'un beau bleu et laisse précipiter, au bout de quelques heures, de l'iodure d'amidon.

Je n'ai trouvé rien autre chose dans ce décoctum, et j'ai eu lieu d'être étonné du peu d'amidon qui y existait, parce que le salep était généralement regardé comme de la fécule amylacée presque pure.

Il restait cependant une grande quantité de substance

gélatineuse, transparente et qui s'était considérablement gonflée. Cette substance ne cédait plus rien à l'eau, se dissolvait avec facilité dans l'acide hydrochlorique, donnait de l'acide oxalique par l'acide nitrique, et jouissait enfin de toutes les propriétés reconnues à la bassorine.

100 parties de salep perdent par la calcination 96 parties : il contient donc 4 p. $\frac{0}{0}$ de principes fixes, composés de sel marin, de phosphate de chaux et de quelques traces de sulfate de chaux.

Ainsi le salep est composé de trois corps déjà connus, dont les quantités respectives pourraient être citées de cette manière : *peu* de gomme, *très-peu* d'amidon et *beaucoup* de bassorine.

D'après ce qui précède, on voit que l'on peut beaucoup contester le rang que l'on donne généralement au salep parmi les matières amylacées. Ce composé serait au contraire très-bien placé à côté de la gomme adragante; car, d'après Bucholz, cette gomme est formée d'une manière analogue. Elle contient en effet une partie gommeuse soluble dans l'eau froide et une matière qui s'y gonfle considérablement, sans néanmoins s'y dissoudre : toutefois celle-ci diffère de la bassorine du salep, en ce qu'elle se dissout à chaud et perd, dans cette circonstance, sa propriété la plus remarquable, c'est-à-dire, son insolubilité et sa spongéité dans l'eau froide. Je ne prendrai point en considération l'amidon qu'on trouve dans le salep, et qui n'existe point dans la gomme adragante, parce qu'il y est en si petite quantité qu'on pourrait à la rigueur l'y considérer comme accidentel. Dans ces derniers temps, on a cependant

constaté la présence de l'amidon dans quelques échantillons de gomme adragante.

Cet examen analytique du salep prouve donc que sa vertu nourrissante n'est pas due à l'amidon. Néanmoins je dois dire que toutes les racines d'orchis ne sont pas de la même nature que le salep ; M. Vauquelin m'a dit qu'il avait retiré des orchis indigènes une quantité assez forte de bel amidon, tandis que M. Robiquet m'a assuré n'avoir pu extraire vestige du même principe de quelques orchis de nos pays. Ces résultats contradictoires prouvent combien la présence de ce principe féculant, dans ces racines, est inconstante et doit avoir peu d'influence sur leurs propriétés médicales.

Dans le but de jeter quelque jour sur la question, je rappellerai ici brièvement un procédé qui a été indiqué par M. Mathieu de Dombasle (*Ann. de Chim.*, t. 77), pour préparer le salep avec les orchis indigènes. L'auteur a fait ses expériences avec les orchis *mascula*, *pyramidalis*, *latifolia* et *masulata*. Il émonde ces bulbes avec soin des petites racines et du germe, les jette à mesure dans l'eau fraîche où il les lave ; lorsqu'ils sont bien propres, il les enfile en forme de chapelets, et les fait *bouillir à grande eau* jusqu'à ce que quelques bulbes se résolvent en mucilage, ce qui exige ordinairement vingt à trente minutes. Si l'ébullition n'a pas été assez prolongée, le salep conserve une saveur vireuse très-forte qui est désagréable : lorsqu'il est suffisamment cuit, on le fait sécher soit au soleil, soit à l'étuve (pag. 109).

N'ayant point eu occasion d'examiner des orchis indigènes, je ne pouvais point établir de terme comparatif

entre ces bulbes et le salep d'orient ; mais je ferai remarquer que le traitement que M. Mathieu de Dombasle fait subir au salep indigène est suffisant pour indiquer entre ces deux corps une grande analogie de composition. Il prouve évidemment que le salep indigène n'est pas plus riche en amidon que le salep exotique, et que ce principe n'est point dans ces corps la base de leurs propriétés nourrissantes. D'ailleurs, M. Mathieu de Dombasle dit lui-même que les orchis soumis à ses expériences sont en grande partie formés d'un matière mucilagineuse analogue à la gomme adragante.

Du Sagou.

Une certaine quantité de sagou en grains bien choisis et réduits en poudre, a été mise en macération avec l'eau froide. Au bout de vingt-quatre heures, la liqueur opaline, un peu mucilagineuse, a été filtrée, et a passé très-claire. Cette liqueur se comportait avec l'alcool et l'acide nitrique d'une manière analogue à celle obtenue avec le salep ; elle précipitait par le sous-acétate de plomb ; soumise à l'évaporation, cette liqueur laissait se séparer des plaques transparentes, lesquelles, traitées par l'acide nitrique, ne donnaient aucune trace d'acide sacchlactique.

Jusqu'ici ces propriétés du sagou n'ont rien de tranchant, et permettraient de considérer la matière dissoute par l'eau froide comme de nature à-peu-près gommeuse ; car bien des gommes ne donnent point d'acide mucique par l'action de l'acide nitrique ; mais ce qui la caractérise d'une manière fort remarquable, c'est que, mise

en contact avec l'iode, elle prend une couleur bleue magnifique, et forme un iodure soluble dans l'eau froide, mais qui, du reste, se comporte à la chaleur comme l'iodure d'amidon.

Peut-on admettre dans la liqueur où cette matière s'est dissoute la présence de l'amidon, seule substance reconnue jusqu'à présent pour devenir bleue par l'iode ? Cela n'est point probable, car l'amidon est tout-à-fait insoluble dans l'eau froide, si ce n'est à la faveur d'un acide, et notre liqueur est neutre ! On ne peut non plus penser que de l'amidon très-divisé a été entraîné et a passé à travers les pores du filtre; car j'ai eu la précaution de filtrer les liqueurs à travers trois filtres, dont l'un avait été fait avec un papier plié en double. Aime-t-on mieux supposer qu'une matière gommeuse a facilité la dissolution d'un peu d'amidon, comme elle l'a fait du phosphate de chaux dans le salep ? Je demanderai alors pourquoi ce phénomène ne s'est point laissé observer dans le salep lui-même. D'ailleurs, des mélanges artificiels de grandes quantités de gomme, soit adragante, soit arabique, et de très-peu d'amidon, mis à macérer dans l'eau et filtrés au bout de vingt-quatre heures, donnent une liqueur purement gommeuse, et où l'iode n'indique pas la plus petite trace d'amidon. Il faut donc nécessairement conclure que le sagou est formé d'une variété toute particulière d'amidon, qu'on peut caractériser par sa solubilité dans l'eau froide, et distinguer de la gomme par l'action de l'iode.

Le sagou, soumis une première fois à l'action de l'eau froide par une macération de vingt-quatre heures, a considérablement gonflé, et est resté au fond du liquide;

traité une seconde, une troisième fois, et beaucoup plus encore par l'eau à la même température, ce fluide en a toujours dissout des quantités sensibles qui ont présenté les mêmes phénomènes que la première fois. Soumis enfin à l'action de l'eau bouillante, le sagou s'est totalement dissout, à l'exception de quelques filamens, et la solution a présenté les mêmes caractères que celle faite à froid, seulement ils étaient plus marqués. Ces résultats indiquent donc que le sagou est homogène dans sa composition, et que celle-ci consiste simplement dans une variété d'amidon soluble à froid et plus soluble à chaud.

Du Tapioka.

Après le sagou vient naturellement le tapioka, sorte de matière féculante, très-blanche, en grains irréguliers, et qu'on regarde comme de la fécule du manioc, débarrassée de la substance âcre qui l'accompagne, au moyen de nombreux lavages à l'eau froide, et d'une légère torréfaction sur des plaques de fer.

Cette substance, traitée par l'eau froide, s'y gonfle et s'y dissout en partie; la liqueur, filtrée, présente tous les caractères de celle obtenue du sagou. Les lavages réitérés un grand nombre de fois, ont toujours présenté des liqueurs qui devenaient bleues par l'iode, et on pourrait les continuer ainsi jusqu'à la dissolution totale de la matière. Il est inutile de laisser l'eau long-temps en contact avec le tapioka pour avoir la liqueur dont nous parlons, car il suffit de quelques secondes. Ces phénomènes indiquent donc une très-grande analogie chimique, je dirai même d'identité, entre le sagou et le tapioka,

et les médecins pourraient, ce me semble, les remplacer l'un par l'autre sans inconvénient.

Maintenant si l'on me demande : Existe-t-il de l'amidon proprement dit, dans le sagou et le tapioka ? Je répondrai que non, 1°. parce qu'on peut dissoudre en totalité ces deux substances dans l'eau froide; 2°. parce qu'elles forment avec l'iode des combinaisons bleues solubles dans l'eau même liquide; et 3°. parce qu'elles ne forment pas d'empois avec l'eau bouillante, comme le font les amidons des graines céréales et de pomme de terre.

De l'Arowroot.

Cette substance nous est apportée très-probablement après avoir été extraite et séchée, comme nous le faisons ici à l'égard de la fécule de pomme de terre. J'en dirai très-peu de chose, parce qu'elle se comporte chimiquement comme cette dernière. Elle n'abandonne qu'un soupçon de matière gommeuse à l'eau froide et reste insoluble en totalité, tandis que l'eau bouillante la dissout à la manière de l'amidon ordinaire et la convertit en amidine.

Réflexions sur la nature véritable et originelle du sagou et du tapioka.

Le sagou et le tapioka, tels que nous les avons soumis à notre examen, existent-ils ainsi dans les plantes qui les produisent ? ou, en d'autres termes, ces produits végétaux, après avoir été extraits de leurs plantes respectives, n'éprouvent-ils pas de la part des naturels quelques manipulations insignifiantes en apparence, et néan-

moins capables de modifier leur nature chimique ? Si nous nous appuyons des rapports faits par les naturalistes, au sujet de l'extraction de ces deux matières féculantes, et en nous rappelant aussi ce qui précède, nous n'éprouverons pas, j'espère, de grandes difficultés à résoudre la question. En effet, le sagou est blanc quand on l'extrait de la partie médullaire du palmier qui le contient ; il suffit de l'écraser et de le délayer dans l'eau, de passer ensuite à travers un tamis l'espèce de lait amylacé qui en résulte, et de laisser déposer le liquide ; le sagou se précipite sous forme d'une poudre blanche et très-fine que l'on recueille facilement pour la faire sécher : il en est à-peu-près de même du tapioka. Or, d'après le simple exposé de cette manipulation, n'est-il pas évident que ces deux corps féculans sont insolubles dans l'eau froide, et qu'ils ne se comportent pas au sein de ce liquide, comme nous l'avons remarqué à l'égard des mêmes principes, tels qu'ils existent dans le commerce ?

Mais si nous poursuivons jusqu'à leur complément les modes d'extraction et de préparation de ces substances, nous apprenons qu'on fait légèrement chauffer dans des bassins évasés le tapioka encore humide, afin de le *dessécher* et de pouvoir le *granuler ;* que le sagou est soumis à une opération analogue, et que les naturels portent même la dessiccation de ce dernier jusqu'à un premier degré de torréfaction, afin de lui donner cette teinte roussâtre qui le caractérise. En faut-il donc davantage pour modifier la nature chimique de ces fécules amylacées ?

Cependant il paraît que l'état de ces substances dans le

commerce n'est pas toujours constant, ce qui, au reste, n'a point lieu d'étonner, d'après l'irrégularité des modes de dessiccation auxquels on les soumet dans le pays : on concevra facilement que la solubilité peut devenir complète ou partielle, suivant que la température employée à la dessiccation aura été plus ou moins élevée, prolongée, et appliquée avec plus ou moins d'uniformité sur la totalité de ces substances.

Ainsi on m'a remis du sagou qui n'avait qu'un degré de solubilité dans l'eau froide extrêmement faible, et d'autre qui n'en avait point du tout : M. Boutron m'a aussi donné, dans le temps, trois échantillons de tapioka ; l'un provenait des îles, et il supposait les deux autres factices, c'est-à-dire, avoir été fabriqués en France. Le tapioka des îles se comportait avec l'eau froide comme celui qui a fait le sujet de mes expériences ; quant au factice, il paraissait composé de deux substances distinctes : l'une était en grains ronds, transparens et assez réguliers ; l'autre en grains très-irréguliers, plus gros, opaques, présentait toute l'apparence trompeuse du tapioka des îles.

Ces deux substances ont été isolées et mises en contact avec l'eau froide, comparativement avec le tapioka des îles ; les trois liqueurs se sont comportées de la manière suivante : avec l'iode, le macératum des grains transparens a pris une teinte verte bleuâtre faible, celui des grains opaques n'a pas changé, tandis que le macératum du tapioka naturel a pris une belle couleur bleue. Il ne faut pas, au reste, ajouter à ces résultats plus d'importance qu'ils ne méritent ; car rien ne prouve que j'ai eu véritablement affaire à du tapioka factice : il ne serait

pas étonnant d'ailleurs de trouver du tapioka très-pur, très-américain et qui soit complètement insoluble dans l'eau froide.

Si, comme tout le porte à le faire croire, on prépare en France du tapioka factice avec de la fécule de pomme de terre, rien ne me paraît plus difficile que de le différencier *chimiquement* d'avec le véritable qui nous vient des Indes occidentales, surtout si l'espèce de cuisson qu'on fait éprouver à la fécule humide pour la granuler est habilement ménagée. Cependant le gonflement très-marqué qu'éprouve le tapioka véritable, au sein de l'eau froide, et que ne peut présenter aussi bien, selon moi, celui de fécule de nos pays, pourrait peut-être offrir quelque indice de substitution. Quoi qu'il en soit, je ne vois aucun inconvénient à une pareille substitution, lorsqu'elle est provoquée publiquement par l'amour du pays, et non par un intérêt vil et cupide.

J'ai délayé dans de l'eau froide de l'empois d'amidon récent; après que l'amidon non décomposé ou modifié fut bien précipité par le repos, le liquide fut décanté et filtré, il était parfaitement transparent : essayé par les réactifs suivans, il se troubla légèrement par le sous-acétate de plomb, donna un précipité abondant avec la noix de galle, et prit une belle couleur bleue avec l'iode. Le macératum aqueux du tapioka des îles, et la décoction refroidie et filtrée de la même substance, se comportent pareillement avec les mêmes réactifs; le louche produit par le sous-acétate de plomb est seulement moins sensible dans le macératum que dans la décoction; mais, d'après ce que nous avons dit précédemment, ces résultats peuvent varier suivant les circonstances dans

lesquelles ont été faites les liqueurs d'essai, et il nous paraît bien facile d'en expliquer la cause.

Ainsi, de tous ces rapprochemens, entre la fécule de pomme de terre, le sagou et le tapioka, on peut donc conclure, 1°. que si ces deux dernières substances diffèrent de la première par leur solubilité dans l'eau froide, elles n'en sont pas moins d'une nature originelle analogue, et que la différence de leur état dans le commerce provient du mode d'extraction et de préparation, employées, à leur égard, dans le pays où elles prennent naissance.

2°. Qu'il est facile de donner une propriété semblable à la fécule de pomme de terre, ainsi que cela se pratique pour la fabrication de la poulinta de M. Cadet de Vaux, et très-probablement pour le tapioka français.

3°. Enfin que, dans ces opérations, on détruit l'une des propriétés les plus tranchantes de la fécule amylacée, quel que soit d'ailleurs le végétal d'où on l'a extraite; ce qui, dans mon opinion, doit la faire confondre avec le nouveau principe végétal désigné sous le nom d'*amidine* par M. de Saussure.

Avant de terminer, je déclare que je ne comprends pas dans une *identité parfaite* tous ces principes féculans extraits de végétaux si divers. Les dernières observations de M. Planche sur la fécule du radis noir, et celles très-intéressantes de M. Payen relatives aux différences que présentent ces fécules dans leur pesanteur spécifique, seraient bien suffisantes pour détruire une telle assertion : j'ai eu seulement pour but de prouver leur *grande analogie chimique*, par la marche comparative des phénomènes qu'elles présentent dans les mêmes

circonstances, ainsi que je pourrais en citer des exemples à l'égard de quelques autres matières végétales et animales.

Observations sur la nouvelle manière dont M. Raspail *envisage la fécule de pomme de terre.*

Si les observations que M. Raspail vient de publier au sujet de la fécule de pomme de terre sont exactes, il ne sera plus permis désormais au chimiste de marcher sans un microscope. Depuis long-temps l'amidon est regardé comme l'un des principes immédiats les mieux caractérisés des végétaux; les chimistes les plus célèbres n'ont jamais eu, à cet égard, qu'une opinion unanime; les faits les plus authentiques et les mieux constatés ne le prouvent-ils pas d'ailleurs d'une manière évidente? Et cependant ces chimistes se seraient trompés. Leurs expériences auraient été insuffisantes pour les tirer d'une erreur que le microscope seul pouvait leur déceler. J'avoue que, dans les sciences physiques, il ne peut y avoir, de la part de ceux qui les cultivent, que des croyances conditionnelles ou relatives; la marche progressive et de plus en plus éclairée de l'esprit humain le commande impérieusement. Mais je conçois aussi le regret d'abandonner une opinion dont on s'était fait en quelque sorte une habitude, puisqu'elle paraissait si bien consacrée par le temps et l'expérience; aussi je ne m'étonne plus que des chimistes, très-recommandables d'ailleurs, aient porté jusqu'au tombeau dévouement et conviction à la doctrine de Sthal, leur maître.

Quoi qu'il en soit, si on ne se convainct pas que la

nouvelle théorie par laquelle M. Raspail explique les phénomènes chimiques que présente l'amidon, est exacte et assez fondée pour l'admettre, elle aura au moins le mérite de prouver aux chimistes que l'application du microscope dans leurs travaux habituels peut quelquefois les rendre témoins de phénomènes curieux.

Je vais examiner les principales assertions émises par cet auteur dans son Mémoire; mais auparavant je crois devoir rappeler ses conclusions les plus importantes :

1°. La fécule se compose d'organes végétaux sous forme de globules ;

2°. Chaque grain de fécule est formé, 1°. d'un tégument lisse, inattaquable par l'eau et les acides à la température ordinaire, susceptible de se colorer long-temps par l'iode ; 2°. d'une substance soluble, à laquelle l'évaporation fait perdre la faculté de se colorer par l'iode, et qui possède toutes les qualités de la gomme ;

3°. En conséquence, les gommes qui découlent des végétaux ne sont que cette substance soluble de la fécule qui a perdu au grand air la faculté de se colorer en bleu ;

4°. Enfin, la faculté de se colorer en bleu par l'iode est due à une substance volatile.

J'ai été témoin, par l'obligeance de M. Edwards, qui avait un microscope à sa disposition, que les grains de fécule de pomme de terre (c'est toujours avec cette substance que l'auteur a fait ses expériences) ont une forme globulaire dont le diamètre varie à l'infini ; mais rien ne m'a prouvé que ces grains contenaient une substance gommeuse. M. Raspail a soumis ces grains de fécule à l'action de la teinture d'iode, sur le *porte-objet* ; il les

a vus se colorer en bleu, sans que pour cela ils perdissent leur forme, et les ayant alors soumis à l'action de la potasse et de l'ammoniaque, il les a vus se décolorer immédiatement sans subir la moindre altération dans leur forme et leur apparence; de là l'auteur conclut que l'*iodure d'amidon* n'existe pas, qu'il n'y a pas en conséquence action chimique entre l'iode et l'amidon, et que ce n'est qu'une simple suprà-position des molécules de l'iode sur la surface des grains de fécule.

Cette expérience prouve, selon moi, que les grains de fécule ne sont pas doués d'une porosité assez grande pour permettre l'absorption de l'iode dans l'intérieur de leur substance, et que comme l'action chimique est très-faible entre ces deux corps, il n'y a point désagrégation de la molécule amylacée, laquelle conserve alors sa forme primitive; mais ce n'est pas une raison pour ne pas admettre une combinaison, toute superficielle qu'elle puisse être. Les tissus animaux et végétaux soumis aux procédés de teinture perdent-ils leur forme primitive par la fixation des couleurs? Et cependant on ne dira pas, je pense, qu'il n'y a pas combinaison.

De ce que les grains de fécule sont tout formés et libres dans les cellules du végétal; de leur forme lisse et arrondie; de leur inaltérabilité dans l'eau froide, leur coloration par l'iode et leur décoloration par l'alcali; M. Raspail conclut que la fécule n'est pas un principe immédiat des végétaux, et une série d'expériences qu'il a faites paraît lui prouver que les grains de fécule sont des organes formés d'un tégument lisse, inattaquable par les acides à la température ordinaire, et d'une substance y renfermée, qu'il regarde de la même nature

que la gomme. Nous allons successivement citer ces expériences et en discuter les conséquences.

L'auteur a exposé de la fécule à la chaleur, de manière à carboniser la couche supérieure; il s'est empressé alors de projeter quelques parcelles de la couche de fécule intermédiaire sur le *porte-objet*, au centre duquel il avait mis une goutte d'alcool étendu. Tout-à-coup il a vu des courans s'établir, les grains de fécule s'attirer et se repousser avec la rapidité de l'éclair, et il a *aperçu*, dit-il, certaines traces gommeuses qui s'étendaient lentement dans le liquide, comme si l'alcool même très-étendu pouvait ainsi permettre à la gomme de s'étendre. L'auteur ajoute que si l'on colore la fécule avant de l'exposer à l'action du feu, on voit au microscope le liquide en sortir incolore; avec l'eau pure, l'expérience n'est pas aussi décisive, parce que ce liquide dissout trop vîte la partie gommeuse : on n'est pas constamment heureux non plus avec l'alcool étendu, et on est obligé, toujours d'après l'auteur, de répéter souvent l'expérience pour voir sortir la portion liquide de son enveloppe; mais on retrouve toujours sur le porte-objet une foule de tégumens insolubles et une substance gommeuse que l'on peut séparer de ceux-ci en la dissolvant dans une goutte d'eau. Il est aisé de juger, d'après l'inconstance de ces résultats, qu'il est très-difficile de bien observer au microscope.

Sans admettre l'existence des tégumens et de la partie gommeuse reconnue ici par des expériences bien incertaines, n'est-il pas plus simple et plus facile d'avoir recours aux connaissances chimiques que nous possédons pour expliquer ces phénomènes. On sait très-bien

que l'amidon change de nature par l'action directe de la chaleur ou celle de l'eau chaude; il n'est donc pas étonnant que, dans les trois circonstances où M. Raspail a examiné microscopiquement cette substance, il ait vu s'en dégager de l'eau : c'est ce résultat qui aura sans doute effectué un changement dans la forme moléculaire.

C'est cependant d'après le résultat des trois expériences précédentes, que l'auteur s'affermit davantage dans son idée de la composition des grains de fécule.

M. Raspail a soumis de la fécule à l'action de l'eau bouillante, et il a vu une partie des phénomènes précédens se reproduire, c'est-à-dire, des tégumens déchirés nager dans le liquide, isolés de leur partie gommeuse qu'il suppose y être contenue, et qui, dans son opinion, s'était dissoute dans l'eau. Ainsi l'empois, au lieu d'être une combinaison d'eau, d'amidine et d'amidon, serait une dissolution de gomme extraite par l'eau d'un certain nombre de grains ovalaires, de tégumens déchirés provenant de ces derniers, plus quelques grains de fécule intacts, mais dilatés par l'eau chaude. D'après l'auteur, il serait facile d'isoler les tégumens de la matière soluble; il suffirait d'étendre l'empois de beaucoup d'eau froide, la gomme passerait dissoute et les tégumens resteraient sur le filtre.

Au sujet de cette expérience, voici une difficulté qui long-temps a arrêté M. Raspail, et qu'il me semble n'avoir point encore levée : si la gomme contenue dans les grains de fécule ne diffère pas des autres gommes connues, ainsi que l'avance l'auteur, elle ne doit point bleuir par l'iode; c'est ce que croyait d'abord M. Raspail, et déjà ayant reconnu l'insolubilité, dans l'eau, des

tégumens, il avait, dans l'expérience précitée, un moyen de prouver la composition des grains de fécule. En effet, la filtration lui donnait une liqueur gommeuse d'une part, et de l'autre des tégumens sur le filtre. Celle-là ne devait éprouver aucune coloration par l'iode, et ceux-ci devaient à l'instant prendre une belle couleur bleue; mais le résultat n'eut pas lieu ainsi, les tégumens et la liqueur gommeuse devinrent également bleus, ce qui embarrassa infiniment M. Raspail; il répéta et varia de toutes manières cette expérience, et toujours il obtint le même résultat : un tel fait portait une trop rude atteinte à l'idée principale de l'auteur pour qu'il ne le vérifiât point en tous sens; aussi eut-il recours à son microscope, qui lui fit apercevoir dans le liquide gommeux un grand nombre de tégumens; et comme ceux-ci sont cause de la coloration, le fait, contradictoire en apparence, fut trouvé tout naturel, et il offrit même à l'auteur un motif de plus de persister dans sa manière de voir. Ainsi voilà donc M. Raspail convaincu que la partie tégumentaire seule devient bleue par l'iode, et que si la partie gommeuse partage cette propriété, c'est à la faveur de cette dernière entraînée à travers les pores du filtre.

Je ferai observer à cet égard que si les choses se passaient ainsi, la coloration en bleu par l'iode devrait décroître dans la liqueur avec le nombre des tégumens.

Et cependant M. Raspail dit : qu'alors que le microscope ne lui indiquait la présence tout au plus que d'un tégument par pouce carré, il n'avait qu'à verser de l'iode dans son liquide, et il devenait tout aussi bleu qu'avec la fécule elle-même : il faut donc en con-

clure, ce me semble, qu'il y a dans l'empois une substance qui bleuit par l'iode, indépendamment des tégumens.

L'auteur a eu cette pensée, car il ne pouvait récuser les faits dont il se rendait témoin; aussi, quelques lignes plus bas, il admet que la partie gommeuse peut aussi devenir bleue par l'iode quand elle est en dissolution, et il l'attribue à la formation de membranes dans la liqueur, qui disparaissent à mesure que la couleur bleue s'efface.

Que conclure de ce fait, dit M. Raspail? Que la fécule ne se colore par l'iode que lorsqu'elle est sous forme membraneuse. Voilà pourquoi les tégumens restent toujours colorés.

Ainsi, d'après M. Raspail lui-même, voilà la partie gommeuse qui se rapproche singulièrement, par sa nature, des tégumens, puisqu'elle est susceptible comme eux de prendre, même à l'état de dissolution, une forme membraneuse qui lui permet alors de contracter une couleur bleue avec l'iode. Mais puisque, malgré les filtrations les plus soignées de ces liqueurs gommeuses, le microscope a toujours indiqué la présence de quelques tégumens, et puisque ceux-ci restent toujours colorés, comment se fait-il donc que ces liqueurs perdent, au bout de douze à quinze heures de contact à l'air, leur couleur bleue, qu'elles reprennent ensuite par l'addition d'une nouvelle dose d'iode? Les tégumens ne resteraient donc pas toujours colorés, de même que la prétendue partie gommeuse. Il me paraît bien difficile de concilier tous ces faits dans le sens de M. Raspail.

Poursuivons : « La substance soluble, dit l'auteur,

» non-seulement perd à l'air libre la couleur bleue que
» l'iode lui a communiquée, mais encore l'action de la
» chaleur peut la dépouiller de la faculté de se colorer
» encore. On sait que le sirop de fécule est achevé aux
» pharmaciens quand l'iode ne colore plus la substance
» amylacée. On a attribué ce phénomène, dit-il, à une
» métamorphose due à une longue ébullition : nous
» étions loin d'adopter ces sortes d'explications tant
» usitées pourtant en chimie végétale, et l'observation
» suivante suffit pour éloigner toute idée de méta-
» morphose. »

Voici cette observation capitale qui empêche M. Raspail d'admettre ces modifications tant usitées en chimie végétale :

« Qu'on fasse évaporer, dit-il, la substance soluble
» de la fécule qu'on aura cherché à obtenir à l'état de
» la plus grande pureté, et qu'on la fasse évaporer par
» couches peu épaisses, on obtiendra une substance
» entièrement semblable à la gomme par ses caractères
» physiques, et ne se colorant plus, soit à l'état solide,
» soit qu'on la dissolve dans l'eau. La coloration de la
» fécule n'est donc certainement due qu'à une substance
» étrangère et volatile que l'évaporation fait disparaître. »
(Pag. 395.)

Ce qui étonne le plus dans une assertion aussi nouvelle, et je dirai presqu'aussi inattendue, d'après les explications précédentes, est la facilité avec laquelle M. Raspail admet l'existence d'une substance volatile qu'il n'a point vue ni obtenue : tout-à-l'heure, la coloration était inhérente à la forme membraneuse des tégumens et à celle analogue que peut affecter la partie gommeuse dans

certaines circonstances, et maintenant que le microscope n'indique plus vestige de membranes et de tégumens, M. Raspail emprunte à son imagination un être volatil à l'aide duquel il échappe à la difficulté; cela me paraît fort commode. Ainsi les tégumens, comme la partie gommeuse dissoute dans l'eau, ne se colorent plus maintenant par l'iode qu'à l'aide d'une substance volatile; mais alors que devient donc la théorie de la coloration et de la décoloration du liquide filtré, et provenant de l'empois délayé dans l'eau froide? Cette coloration n'est donc plus due aux tégumens qui ont passé à travers les pores du filtre, ainsi qu'à la partie gommeuse, qui peut affecter dans ce cas une forme membraneuse. Il me paraît bien difficile encore une fois de concilier toutes ces diverses explications d'un même fait dont cependant une simple altération chimique rend un compte si satisfaisant, à mon avis.

Je ne poursuivrai pas plus loin cet examen; les différentes citations que je viens de faire du Mémoire de M. Raspail suffisent, je pense, pour faire apprécier si la nouvelle théorie qu'il propose, au sujet de l'amidon, est aussi fondée qu'il tend à le faire croire. Quant à moi, je suis convaincu du contraire, et ne puis penser que, dans toutes les circonstances citées par ce naturaliste, une vue au microscope puisse tenir lieu d'une observation chimique. Si cet instrument vient un jour à être d'une utilité reconnue en chimie, ce sera sans doute un moyen d'investigation de plus, et dont nous devrons nous féliciter; mais on me permettra d'en douter jusqu'à ce que des observations plus précises et mieux d'accord avec les faits viennent me convaincre.

Il est d'ailleurs à remarquer que, dans tout le cours de son Mémoire, M. Raspail n'indique aucun moyen propre à isoler directement cette gomme qu'il dit être contenue dans les tégumens qui constituent la fécule. Son moyen analytique le plus puissant, et à l'aide duquel il établit la plupart de ses raisonnemens, réside toujours dans son microscope; et quand l'observation microscopique ne s'accorde pas avec l'observation chimique, vous avez vu par quel moyen M. Raspail concilie les choses. Il suppose l'existence d'un être volatil. Vous conviendrez sans doute qu'une telle manière de faire et de raisonner s'écarte trop de celle suivie aujourd'hui dans l'étude des sciences exactes pour qu'elle puisse être admise. S'il en était autrement, nous courrions trop les risques de rétrograder vers le temps où florissaient le *phlogistique* et l'*acidum pingue*, lesquels reviendraient, n'en doutons pas, sous des formes et des noms plus appropriés à notre époque.

Ainsi, jusqu'à ce que M. Raspail l'ait prouvé par des expériences chimiques plus décisives que celles dont il s'appuie dans son Mémoire, je ne puis me résoudre à croire, 1°. à la composition de la fécule qui serait formée de tégumens et de gomme; 2°. à la coloration de ce principe par l'iode, dans le sens que ce phénomène n'est qu'une suprà-position de l'iode sur le grain féculaire, et non une combinaison; et 3°. que la cause de cette coloration n'est due qu'à un principe volatil.

Cependant j'admets avec l'auteur la configuration globulaire des molécules de fécule; mais je les crois homogènes, et non de deux natures différentes.

Je ne veux point terminer ce Mémoire sans offrir un

juste hommage à M. Raspail. Si je l'ai combattu dans sa manière de voir, je n'en rends pas moins justice au talent distingué dont il a fait preuve dans son Mémoire. Je suis persuadé qu'il est plus que capable de résoudre complètement la question aussi neuve qu'ingénieuse qu'il a soulevée. Je désire sincèrement qu'il y parvienne, dans l'intérêt de la vérité et aussi pour mon instruction : cet aveu suffira sans doute pour que cet estimable auteur apprécie les motifs qui m'ont porté à publier ces réflexions.

P. S. Je viens d'avoir connaissance d'un travail intitulé : *Mémoire sur la Structure de la pomme de terre ;* par Mr A. Villars, doyen de la Faculté de Médecine de Strasbourg, correspondant de l'Institut, etc.

Ce travail, inséré dans le tome XLII du *Journal général de Médecine,* rédigé, à cette époque, par M. le docteur Sedillot, renfermant des expériences et des vues propres à jeter quelque lumière sur la question que j'ai traitée relativement à l'homogénéité de la fécule, en même temps que sur la priorité des observations microscopiques de cette nature, j'ai cru utile d'en extraire les passages suivans à la suite de mon Mémoire.

« (*Paragraphe* 19.) La farine de pomme de terre est » formée de globules ovoïdes ayant depuis $\frac{1}{100}$ jusqu'à » $\frac{1}{50}$ de ligne de diamètre, et un tiers environ de plus » en longueur. (*Fig.* 1.) Je les avais observés à Gre- » noble, notés et dessinés en 1802, parfaitement con- » formes à ce que j'observai à Strasbourg en 1810. J'ai » repris ce travail avec plus de détails et de variétés *avec*

» *de nouveaux microscopes.* Ces globules sont lisses, » brillans et laiteux, comme les globules de mercure. »

« § 20. Les globules de la fécule de pomme de terre, » écrasés sur le verre autant que possible avec une lame » d'acier, sont plus petits de moitié ou des deux tiers, » et sont un peu carrés ou irréguliers, mais toujours » lisses. (*Fig.* 2.) »

« § 21. Les mêmes globules cuits dans la pomme de » terre sont grossis d'un tiers environ, plus arrondis et » moins unis, non luisans, mais comme fendillés ou » gercés sur leur surface, étant vus au même grossis- » sement de cent fois le diamètre. (*Fig.* 3). »

« § 22. Les mêmes globules vus à travers une tranche » très-mince de $\frac{1}{10}$ de ligne environ d'épaisseur, prise » dans la pomme de terre gelée, m'ont paru plus petits » de moitié, entourés d'eau et comme déliquescens. J'ai » pu voir alors, à la même lentille, le réseau de la » pomme de terre ou la fibrine qui contient les glo- » bules; ils y sont disséminés par groupes en contact, » mais non adhérens avec les mailles du réseau. (*Fig.* 4.) »

« § 23. J'ai fait sécher sur des verres et des assiettes la » fécule de pomme de terre, dans une étuve et au bain » de sable, jusqu'à ce que ces globules aient commencé » à roussir. Ils ont un peu perdu de leur volume et un » peu de leur éclat. La lumière alors ne les pénètre que » vers le centre, tandis que la circonférence paraît opa- » que, comme si c'étaient des bulles d'air vues au mi- » croscope. En cet état, je les ai écrasés le mieux pos- » sible entre deux lames de glace polie; ils ont toujours » paru globuleux, mais plus petits et plus avides d'eau » qu'auparavant. Je ne doute pas que ces globules ne

» renferment, comme les sels, une eau de cristal
» lisation.

» J'ai dû examiner la fine farine de froment pou
» pouvoir en comparer les molécules avec celles de l
» pomme de terre; elles sont plus petites, plus irrégu
» lières, par globules et par molécules informes dan
» le froment. J'ai coupé des tranches transversales bien
» minces sur un grain de froment; des globules ronds
» bien uniformes, ont paru alors, mais trois fois plus
» petits que les globules de la pomme de terre; car ils
» n'ont que depuis $\frac{1}{250}$ jusqu'à $\frac{4}{100}$ de ligne de diamètre.
» La poudre à cheveux, ni l'amidon à empois, étant vus
» au microscope, ne diffèrent pas essentiellement de la
» farine.

» Je ne présume pas que cette petitesse soit la seule
» cause qui rende la farine propre à poudrer; mais la
» chaleur ne l'altère pas aussi aisément que la fécule de
» la pomme de terre : elle contient moins d'eau; elle
» est aussi moins prompte à la perdre et à la reprendre.
» Aussi le pain de pomme de terre ne se conserve frais
» que deux ou trois jours, celui de froment de quatre
» à huit jours; tandis que le pain de seigle se tient frais
» au moins quinze à vingt jours, même un mois, lors-
» qu'on lui laisse le son, du moins en partie. »

Recherches *sur les Effets électriques de contact produits dans les changemens de température, et application qu'on peut en faire à la détermination des hautes températures.*

Par M. Becquerel.

(Lu à l'Académie royale des Sciences le 13 mars 1826.)

§ Ier. *Procédé à l'aide duquel on peut mesurer l'intensité d'un courant électrique.*

La théorie électro-chimique, telle qu'elle est adoptée par plusieurs chimistes célèbres, admet comme un fait certain que deux corps qui peuvent se combiner se constituent dans deux états électriques différens quand on les met en contact; que le corps qui a la tendance acide prend l'électricité négative; que celui qui a la tendance alcaline prend l'électricité positive; que ces états électriques augmentent avec l'élévation de température, jusqu'au moment où la combinaison a lieu; qu'il éclate alors du feu produit par la combinaison simultanée des deux électricités, et que tous les phénomènes électriques cessent aussitôt.

Dans cette théorie, un seul point a été démontré par l'expérience, c'est l'état électrique des corps acides et alcalins dans leur contact mutuel; mais on ignore tout-à-fait ce qui se passe lorsqu'on fait varier simultanément leur température. L'état de la science à l'époque où cette théorie parut, et la difficulté de mesurer exactement les phénomènes qui ont été découverts depuis, ont sans

doute empêché de résoudre cette question, dont l'importance est très-grande pour la théorie électro-chimique.

En général, les phénomènes électriques qui proviennent, soit de l'électricité en repos, soit de l'électricité en mouvement, présentent des difficultés plus ou moins grandes quand on veut les mesurer, attendu les causes nombreuses qui tendent à les modifier, et dont il est difficile quelquefois de se débarrasser; cependant la solution d'une question n'est complète qu'autant que le physicien parvient à mesurer les phénomènes qu'il a observés.

Avant les belles découvertes de Coulomb, la partie expérimentale de l'électricité était déjà très-avancée, et l'on n'avait encore aucun moyen de mesurer les phénomènes. On était aussi dans l'ignorance la plus complète sur ce qui était relatif à l'intensité de l'action de deux corps électrisés, dont on fait varier la distance, et cependant c'était le premier pas à faire pour créer une théorie mathématique de l'électricité. Ce fut aux travaux importans de cet habile et infatigable physicien, que nous dûmes les appareils qui nous dévoilèrent dans le fluide électrique des propriétés nouvelles, à l'aide desquelles l'un de nos plus célèbres mathématiciens appliqua l'analyse à la plupart des phénomènes relatifs à l'état d'équilibre de l'électricité répandue sur les corps, et fonda la statique électrique.

Depuis les recherches de Coulomb, l'électricité a fait de grands progrès; les découvertes de Volta et celles de M. OErsted et de M. Ampère ont reculé singulièrement les limites de la science, et néanmoins on n'a encore

aucune méthode pour mesurer avec exactitude la plupart des phénomènes qui s'y rapportent, et principalement ceux qui sont dus au développement de l'électricité. Des recherches sur cette partie de la science doivent donc avoir quelque intérêt; aussi est-ce le motif qui m'a engagé à entreprendre le travail dont je vais avoir l'honneur d'entretenir l'Académie.

Je vais d'abord décrire le procédé qui m'a servi à mesurer l'intensité de la force électro-dynamique produite par un courant électrique, qui parcourt un circuit métallique enveloppé d'un fil de soie et enroulé autour d'une boîte de manière à former un galvanomètre dans lequel on place un système de deux aiguilles aimantées, tel que l'a imaginé M. Ampère. Un cercle divisé sur une plaque de verre indique les déviations d'une des aiguilles. Il s'agit d'abord de trouver les rapports entre ces déviations et les intensités correspondantes de la force électro-dynamique.

On a supposé que cette intensité était proportionnelle au sinus de l'angle de déviation; mais cette loi n'est appuyée par aucune expérience. On l'a admise seulement comme résultant de la décomposition des forces, d'après laquelle il n'y a de forces rotatoires que celles qui sont perpendiculaires à la direction du fil. Mon but n'est pas de trouver cette loi, mais bien de chercher l'intensité du courant qui correspond à une déviation donnée.

En employant deux aiguilles aimantées invariablement placées dans une position parallèle, les pôles inverses en regard, l'une dans l'intérieur de la boîte et l'autre à l'extérieur, on détruit en grande partie l'influence du magnétisme terrestre, et on ne leur laisse de force direc-

trice que celle qui est nécessaire au système pour revenir dans sa position d'équilibre ordinaire quand on l'en écarte. Sa sensibilité est telle que, lorsqu'on emploie un cercle divisé en laiton, traversé par une tringle de même métal, l'aiguille aimantée, en la faisant osciller, finit par se mettre dans la direction de cette tringle. On évite cette cause d'erreurs en se servant d'un cercle divisé sur du verre.

Maintenant, au lieu d'un fil de cuivre, j'en prends trois de même métal, égaux en longueur et en diamètre, également recouverts de soie et enroulés de la même manière autour de l'appareil. Si l'on fait passer dans chacun de ces fils une même quantité d'électricité, il est bien évident que tout étant semblable de part et d'autre, on aura trois courans parfaitement égaux, et la déviation correspondra alors à une force triple de celle qu'on aurait eue si l'on n'eût considéré qu'un seul courant. En faisant varier également la quantité d'électricité qui passe dans chaque fil, on pourra recueillir une série d'observations, avec lesquelles il sera facile, comme nous le verrons ci-après, de former une table qui renfermera dans une colonne les déviations de l'aiguille aimantée, et dans l'autre les intensités correspondantes du courant électrique.

Or, rien n'est plus facile que de se procurer des courans égaux; il suffit de souder, à chacun des bouts d'un même fil, une des extrémités d'un fil de fer, de manière à former trois circuits fermés; puis de courber chacun d'eux à chaque soudure semblablement placée, pour que l'on puisse passer la partie courbée dans un tube de verre fermé à l'une de ses extrémités et plongeant dans

un bain de mercure dont on élève la température avec une lampe à alcool. Un thermomètre qui plonge aussi dans le mercure indique les variations de température. A mesure que l'on chauffe, l'aiguille aimantée, comme l'a découvert M. Seebeck, est déviée de sa position d'équilibre, et si l'on soumet successivement à l'expérience une soudure, deux soudures, etc., et que l'on note, dans chaque cas, pour la même température, la déviation de l'aiguille aimantée, on aura des angles qui correspondront à des forces simple, double, triple, etc.

Le mode d'expérience que j'indique exige les plus grandes précautions, si l'on veut obtenir des résultats comparables. Il faut d'abord plonger la soudure, dont on n'élève pas la température, dans de la glace fondante, et que l'épaisseur du tube dans lequel on passe une partie du circuit où se trouve une soudure, soit sensiblement la même que celle du thermomètre, afin que le mercure de cet instrument et le métal du circuit reçoivent sensiblement dans le même temps les effets de la chaleur. L'expérience prouve aussi que le bain de mercure est préférable au bain d'huile, à cause de la grande différence de conductibilité pour la chaleur entre l'huile et les métaux, différence qui occasione des retards dans la production simultanée des phénomènes. Il est nécessaire encore que, dans la portion courbée du circuit dont on élève la température, les métaux n'aient d'autres points de communication que ceux de leur contact; car l'intensité du courant en éprouverait infailliblement des modifications. On évite cet inconvénient en recouvrant de soie un des fils; enfin il faut s'arranger pour que le thermomètre et les points du circuit qu'on échauffe par

l'intermédiaire du bain de mercure, atteignent exactement la même température au moment où l'on observe. On y parvient en élevant la température sensiblement au point où l'on veut expérimenter, et éteignant brusquement la lampe. La température reste alors stationnaire pendant quelques secondes, et l'on est certain que le thermomètre et les soudures ont la même température.

En suivant la marche que j'indique on obtient les résultats consignés dans le tableau ci-joint.

Tableau n° 1.

TEMPÉRATURES.	DÉVIATIONS obtenues avec 1 fil.	DÉVIATIONS obtenues avec 2 fils.	DÉVIATIONS obtenues avec 3 fils.	DÉVIATIONS obtenues avec 4 fils.
10°	1°,30	2°,60	3°,90	5°,20
20	2,60	5,30	7,80	10,10
30	4,00	7,65	10,55	13,25
40	5,40	10	13,35	16,50
50	6,65	11,75	15,40	19,40
60	7,90	13,50	17,50	21,50
80	10,30	16,50	21,00	25,00
90	11,10	17,65	22,35	26,00
100	11,90	18,80	23,75	28
110	12,55	19,90	25,60	29,17
120	13,20	21,00	26,50	30,35
130	14,00	22	27,30	31,17
140	14,75	23	28	320,0
160	15,50	24	29,40	33,25
200	16,90	25	30	35,25
300	17,80	26,50	31,10	»

On voit d'abord que depuis 0 jusqu'à 10° de déviation les accroissemens de chaleur sont proportionnels aux accroissemens de déviation ; mais, passé ce terme, le rapport n'est plus le même.

Supposons maintenant que la déviation 1°,30 soit produite par une force électro-dynamique égale à 2, la déviation 2°,60 le sera par une force égale à 4, puisqu'il y a deux fils en action; la déviation 3,90, par une force égale à 6, etc. En continuant le même raisonnement, plaçant à côté de chaque déviation le nombre qui lui correspond, et admettant que, pour la même température, deux fils produisent une force double, trois fils une force triple, on formera un nouveau tableau dans lequel on aura, d'un côté, les déviations de l'aiguille aimantée, et de l'autre les intensités correspondantes de la force électro-dynamique.

Tableau n° 2.

TEMPÉRATURES.	1 fil.		2 fils.		3 fils.		4 fils.	
	Déviations.	Int. él.	Déviat.	Int. él.	Déviat.	Int. él.	Déviat.	Int. él.
5°	0°,65	1	1°,30	2	1°,95	3	2°,60	4
10	1,30	2	2,60	4	3,90	6	5,20	8
15	1,95	3	3,95	6	5,85	9	7,60	12
20	2,60	4	5,30	8	7,80	12	10,10	16
30	4,00	6	7,65	12	10,55	18	13,25	24
40	5,40	8	10,00	16	13,35	24	16,50	32
50	6,85	10	11,75	20	15,40	30	19,00	40
60	7,90	12	13,50	24	17,50	36	21,50	48
70	9,00	14	15,00	28	19,25	42	23 25	56
80	10,30	16	16,50	32	21	48	25,00	64
90	10,90	18	17,65	36	22,50	54	26	72
100	11,90	20	18,80	40	24,00	60	28	80
110	12,55	22	20,00	44	25,30	66	29,15	88
120	13,20	24	21,20	48	26,50	72	30,10	96
130	14,00	26	22,10	52	27,30	78	31,17	104
140	14,75	28	23,00	56	28,30	84	32	112
150								
160	15,50	30	24	60	29,40	90	33,25	120
180								
200	16,90	32	25	64	30	96	35,15	128
250								
300	17,80	36	26,50	72	31,21	108		

Les nombres qui expriment les déviations de l'aiguille aimantée, sont les moyennes arithmétiques entre les résultats d'un grand nombre d'expériences, qu'il est inutile de rapporter ici. Quant aux nombres qui expriment les intensités électriques, nous avons fait abstraction des fractions qui les accompagnent et dont la suppression altère peu les résultats, puisqu'elles proviennent de parties décimales des déviations, que l'on peut négliger quand elles sont moindres d'un quart de degré.

Le tableau n° 2 renferme les données nécessaires pour comparer ensemble les forces électro-dynamiques, qui produisent jusqu'à 35° de déviation; mais il faut bien se garder de considérer ces résultats comme représentant, dans tous les appareils de même genre, les rapports entre les déviations de l'aiguille aimantée et les intensités correspondantes de la force électro-dynamique. Ces appareils varient de forme, de construction et par conséquent de sensibilité; le tableau que nous avons formé est donc exclusif, aussi doit-on en former un nouveau, chaque fois que l'on change d'appareil.

Il est facile maintenant de reconnaître ce qui se passe dans un circuit fermé, composé de deux fils cuivre et fer, soudés bout à bout et dans lequel on élève chaque soudure à une température différente.

Tableau n° 3.

TEMPÉRATURES de la 1re soudure.	TEMPÉRATURES de la 2e soudure.	DÉVIATIONS de l'aiguille aimantée.	INTENSITÉS de la force électro-dynamique.
50	0	7,15	11
100	0	12,75	22
150	0	16,00	31
200	0	18,00	37
250	0	19,00	40
300	0		

Tableau n° 4.

TEMPÉRATURES de la 1re soudure.	TEMPÉRATURES de la 2e soudure.	DÉVIATIONS de l'aiguille aimantée.	INTENSITÉS de la force électro-dynamique.
50	50	»	»
100	*id.*	7,25	11
150	*id*	11,75	20
200	*id.*	14,00	26
250	*id.*	15,25	29
300	*id.*	16	30,50

Tableau n° 5.

TEMPÉRATURES de la 1re soudure.	TEMPÉRATURES de la 2e soudure.	DÉVIATIONS de l'aiguille aimantée.	INTENSITÉS de la force électro-dynamique.
50	»	»	»
100	100	»	»
150	*id.*	6	9
200	*id.*	9,50	15
250	*id.*	11	18
300	*id.*	»	»

Le tableau n° 3 renferme les résultats obtenus, quand on porte successivement la température d'une des soudures depuis zéro jusqu'à 250°, la température de l'autre restant constamment à zéro.

Dans le tableau n° 4, la soudure qui était à zéro dans le précédent est portée à 50° et dans le tableau 5 à 100°. Or, nous voyons, tableau 4, que la force électro-dynamique 11, produite par les températures 100 et 50, est égale à la différence des forces 22 et 11, obtenues dans le tableau 3, par les températures 100° et 50°, de la même soudure. De même la force 20 est égale à la différence des forces qui ont été données, dans le tableau 3, par les températures 150° et 50°, ainsi de suite. La force 9, tableau 5, est égale aussi à la différence des forces produites par les températures 150 et 100, tableau 3.

Concluons de là cette règle générale, que dans un circuit formé de deux fils métalliques, soudés bout à bout, lorsqu'on élève chacune des soudures à une température différente, l'intensité de la force électro-dynamique qui en résulte est égale à la différence des forces produites successivement par chacune de ces températures, dans la même soudure, l'autre étant à zéro, et non, comme on aurait pu le croire, à l'intensité de la force produite par la différence seule de température. Les résultats que je viens d'annoncer sont donnés par des expériences exactes, sur lesquelles on ne peut élever aucun doute.

Or, puisque l'état électrique de chaque soudure est relatif à sa température, et ne dépend nullement de la température des joints voisins, on a un moyen très-simple pour former une table semblable à celle du n° 2, sans avoir besoin d'employer quatre fils métalliques; en effet,

je prends quatre fils de cuivre et quatre fils de fer, de cinq décimètres de longueur et d'un tiers de millimètre environ de diamètre, je les soude bout à bout, de manière à avoir alternativement un fil de cuivre et un fil de fer, et le tout communique avec les deux extrémités du fil de l'appareil, dont j'ai parlé précédemment. J'élève successivement à la même température, une soudure, deux soudures, en les prenant alternatives, pour avoir des courans dans le même sens; on aura, d'après ce qui vient d'être dit, une force électro-dynamique simple, double, triple, et alors il sera facile de construire une table absolument semblable à celle du n° 2.

§ II. *Lois que suivent les effets électriques de contact, quand on fait varier également la température de chaque métal.*

Il est impossible, dans l'état actuel de la science, de déterminer la quantité absolue d'électricité qui se dégage dans le contact de deux métaux, ou du moins de comparer ensemble celles qui résultent du contact d'un même métal avec plusieurs autres; il faudrait pour cela qu'on pût joindre les deux métaux par un corps bon conducteur de l'électricité, qui n'exerçât pas d'actions électromotrices sur chacun d'eux, ce qui est impossible jusqu'à présent; mais à l'aide de ce qui précède et en prenant pour point de départ l'état électrique de deux métaux, l'un et l'autre à la température zéro, on peut reconnaître quelles modifications éprouve cet état, soit qu'on augmente la température ou qu'on la diminue en même temps dans chaque métal. C'est le seul moyen d'arriver à connaître ce qui se passe dans les effets électriques de

contact, jusqu'au moment où la combinaison des métaux va s'opérer.

On forme des circuits avec des fils de différens métaux, en y faisant entrer le fil de l'appareil, et l'on dispose les choses pour que ses deux extrémités communiquent avec le même métal, seul moyen d'annuller son action sur les corps soumis à l'expérience; ces fils ont le même diamètre, environ un tiers de millimètre; puis l'on élève la température et l'on opère comme je l'ai dit précédemment. Les tableaux suivans renferment les résultats que nous avons trouvés.

Tableau n° 6.

MÉTAUX en contact.		TEMPÉRATURES.	DÉVIAT.	INTENSITÉS du courant électrique.	DIFFÉRENCES entre les intensités.
Fer.	Cuivre.	50	7,50	11	
		100	12,25	22	11
		150	16,00	31	9
		200	17,25	34	3
		250	18,10	37	3
	Or...	100	11,00	18	
		150	13,50	24	6
		200	14,50	27	3
		250	15,50	30	3
		300	»	»	»
	Argent.	40	5,80	8,50	
		80	10,00	16,00	7,50
		120	12,50	22,00	6
		140	»	»	»
		200	15,75	30	»
		250	»	»	»
	Platine.	40	6,50	10	
		80	11,50	20	10
		120	15,10	30	10
		160	18,50	39	9
		200	21,60	50	10
		250	24,00	60	10
		300	25,50	69	9

Tableau n° 7.

Métaux en contact.		Temp.	Déviations de l'aiguille aimantée.	Intensités électriq.	Différences entre les int. élec.	Différ. calculées.
Platine.	Plomb....	50	1	1,50	»	»
		100	2,00	3,00	3	3
		150	3,75	6,00		
		200	7,00	10,50	4,50	4,25
		250	10,00	16,00	5,50	5,50
		300	12,75	23	7,00	6,75
	Zinc.....	50	2	3	3,7	3,4
		100	4,50	6,7		
		150	8	12	5,5	5,5
		200	11,50	19,00	7,00	7,6
		250	14,75	28,00	9,00	9,7
		300	19	40	12	11,80
	Cuivre....	50	1,20	2	3	3
		100	3,15	5		
		150	6,00	9	4	4,40
		200	9,50	15	6	5,80
		250	12,50	22	7	7,20
		300	14,00	31	9	8,60
		350	18,75	40	7	10,00
	Argent et Or...	40	1,50	3	3	»
		80	3,50	6		
		120	6,10	9	3	3
		160	8,50	14	5	4,10
		200	11,25	18	4	5,20
		240	13,75	26	6	6,30
		280	16,00	32	6	7,40
		320	18,50	40	8	8,50
	Fer.....	40	6,50	10	10	10
		80	11,50	20		
		120	15,10	30	10	10
		160	18,10	38	8	10
		200	20,35	49	11	10
		250	22,35	54	5	5
		300	24,10	60	6	5
	Palladium.	40	3	5	»	»
		80	8,25	12	8	»
		120	11,80	20		
		160	15,00	28	8	»
		200	17,75	36	8	»
		240	20,25	44	8	»
		280	22,55	52	8	»

Tableau n° 8.

Métaux en contact.		Temp.	Déviations de l'aiguille aimantée.	Intensités électriq.	Différences.	
Cuivre.	Argent...	40	0,35	0,5		
		80	0,70	1,00		
		120	1,05	1,50		
		160	1,45	2,00		
		200	1,75	3		
		240	2,15	3,50		
		280	2,45	4,00		
	Etain....	50	0,50	1	1	
		100	1,25	2		
		150	2,50	4	2	
		200	3,80	6	2	
		250	5,00	8	2	
		300	»	»	»	
	Plomb..	50	0,5	1	1	
		100	1,25	2		
		150	2,50	4	2	
		200	3,80	6	2	
		250	5,00	8	2	
	Zinc.....	50	1,25	2	2	2
		100	2,75	4		
		150	4,50	7	3	3
		200	7	10,50	3,50	4
		250	9,50	15,00	4,50	5
		300	12	21,00	6	6
		350	14,50	27,00	6	7

Au moyen des tableaux précédens nous voyons d'abord que le fer est toujours positif avec le platine, le cuivre, l'or, l'argent, et par conséquent l'élévation de température exalte les effets électriques produits par son contact avec les métaux, car s'il en était autrement la plus forte électricité positive serait fournie par le joint dont la température est la plus basse, et alors le courant changerait de direction.

Avec le cuivre, voici ce qui se passe : depuis 0° jusqu'à 140° environ de température, l'intensité de la force électro-dynamique croît de la même quantité pour chaque accroissement égal de température; à partir de 140°, cet accroissement diminue assez rapidement, et à 300°, il est à peine sensible. Cet effet bien remarquable me fit supposer de suite que le courant allait changer de direction; effectivement je plongeai les points de jonction dans une flamme quelconque, pour lui communiquer une forte température, et les effets électriques devinrent inverses aussitôt.

L'or, l'argent se comportent à-peu-près de la même manière dans leur contact avec le fer, il n'y a de différence que dans la température à laquelle les accroissemens de la force électro-dynamique cessent d'être proportionnels aux accroissemens de température.

La manière dont se comporte le fer dans son contact avec divers métaux, lorsqu'on élève la température, est en contradiction manifeste avec la théorie électro-chimique qui admet que les effets électriques de contact augmentent continuellement avec l'élévation de température, jusqu'au moment où la combinaison s'opère.

Le platine, dans son contact avec le cuivre, l'or, l'argent, le plomb, le zinc et le palladium, ne se comporte pas de même que le fer. D'abord il est toujours négatif, quelle que soit la température, ce qui prouve que le courant électrique croît en intensité avec l'élévation de température; mais la manière dont s'opère cet accroissement n'est pas telle qu'on aurait pu le supposer. L'expérience prouve, comme on le voit dans le tableau 7, que depuis zéro jusqu'à 350°, pour les accroisemens égaux de température, les différences entre les accroisemens successifs de la force

électro-dynamique, sont sensiblement en raison arithmétique.

Le palladium suit la même loi; car, depuis zéro jusqu'à 350°, le rapport est constant entre les accroissemens égaux de température et les accroissemens de l'intensité du courant.

Le cuivre et le zinc ne dérogent pas à la loi ordinaire, les effets électriques croissent avec la température, et les différences entre les accroissemens sont encore en progression arithmétique. Avec l'étain, le plomb, l'argent, ces accroissemens sont sensiblement égaux; mais comme ils sont faibles, il pourrait exister entre eux des différences que l'appareil ne peut accuser.

Les abaissemens de température produisent des effets analogues à ceux que j'ai obtenus par une élévation; je pris un circuit fermé de deux fils, l'un de cuivre et l'autre de platine, je mis l'une des soudures dans de la glace fondante et l'autre dans des mélanges de neige et de l'acide sulfurique étendu d'eau, j'obtins les résultats suivans.

Tableau n° 9.

TEMPÉRATURES au-dessous de zéro.	DÉVIATIONS de l'aiguille aimantée.	INTENSITÉS de la force électro-dynamique.	INTENSITÉS calculées.
4	2,60	4	3,4
8	4,70	7	6,8
12	7	10	10,2
16	8,50	13	13,60
20	10	16	17,00
24	12	20	20,40
28	13,50	25	23,80
32	14,75	28	27,20

Ce tableau nous indique qu'en mettant l'une des soudures à zéro et portant l'autre successivement depuis zéro jusqu'à 32°, l'intensité du courant électrique diminue proportionnellement à l'abaissement de température; résultat conforme à ce que j'ai trouvé précédemment.

Une réflexion se présente naturellement ici : comment se fait-il, s'il existe réellement des relations intimes entre les effets électriques de contact et les forces chimiques, comme tout porte à le croire, que les accroissemens de ces effets, par suite de l'élévation de température, ne soient pas plus rapides que l'expérience le démontre, et par conséquent que les actions électriques ne soient pas plus intenses au moment où les forces chimiques croissent avec tant de rapidité ? Il est difficile de répondre à cette question. Ensuite comment se fait-il que le fer, dans son contact avec les autres métaux, donne des effets électriques qui changent de signe avec l'élévation de température ? Et peut-être le fer n'est-il pas le seul métal qui jouisse de cette propriété. En formant des circuits avec différens métaux, de manière à avoir dans chacun d'eux deux métaux différens, et élevant la température d'une des soudures, ou points de jonction des métaux, on trouve l'ordre électrique suivant, dans lequel chaque métal est négatif par rapport à ceux qui le suivent, et positif par rapport à ceux qui le précèdent.

Bismuth,	Argent,
Platine,	Cuivre,
Mercure,	Zinc,
Plomb,	Fer,
Etain,	Antimoine.
Or,	

Nous concluons, d'après les expériences précédentes, que le zinc et le cuivre en contact, lorsqu'ils font partie d'un circuit, donnent naissance à un courant électrique d'autant moins intense que la température est plus élevée. D'autres métaux, comme on peut le voir, jouissent également de la propriété de produire des effets électriques moins forts à mesure qu'on élève la température dans chacun d'eux.

On serait peut-être porté à croire que l'élévation de température diminuant le pouvoir conducteur des fils métalliques, l'appareil n'accuse pas alors tout l'accroissement de la force électro-dynamique, qui a lieu par l'élévation de température ; mais cette opinion est détruite par l'expérience, car si l'on opère à des températures moyennes, qui donnent des effets bien marqués, et que l'on fasse rougir une portion du circuit, éloignée d'une des soudures, la diminution dans le pouvoir conducteur n'est pas assez sensible pour altérer les résultats obtenus avant que cet essai n'eût été tenté. Ce fait semble être en contradiction avec l'observation de M. Davy, qui a trouvé qu'un fil conducteur laissait passer de moins en moins d'électricité, à mesure que l'on élevait jusqu'au rouge la température d'une petite portion de son circuit. Mais il est facile d'accorder ces résultats, qui paraissent contradictoires, car M. Davy a montré que lorsqu'on fait passer une grande quantité d'électricité dans un fil conducteur, là où le fluide électrique n'a pas par conséquent le pouvoir de s'étendre, le moindre changement dans la conductibilité doit diminuer sensiblement la quantité d'électricité qui le parcourt ; tandis que lorsqu'on n'en fait passer qu'une très-petite quantité, on conçoit que le

fluide n'éprouvant pas de difficulté à s'étendre, une diminution de conductibilité doit en laisser passer à-peu-près la même quantité : c'est ce que l'expérience confirme effectivement.

Nous sommes loin d'avoir examiné les effets électriques de contact, dans tous les métaux, en y faisant varier la température; des expériences aussi délicates demandent du temps et des matériaux que je n'ai encore pu me procurer. Cependant je n'ai pas voulu différer plus long-temps de communiquer à l'Académie des recherches, qui contribueront peut-être à jeter quelque jour sur des phénomènes qui paraissent se lier intimement aux actions chimiques.

§ III. *De l'évaluation des hautes températures.*

Nous avons vu précédemment qu'un circuit métallique formé d'un fil de palladium et d'un fil de platine, jouissait de la propriété, quand on portait une des soudures successivement depuis 0° jusqu'à 350° de température, de donner des accroissemens égaux à l'intensité de la force électro-dynamique, pour des quantités égales de température.

En outre, il est facile de prouver que cette propriété appartient encore à un circuit de deux fils de platine d'un diamètre quelconque, mais ne provenant pas du même platine. On prend d'abord un fil de platine que l'on coupe en deux, et l'on passe l'une des moitiés à la filière pour diminuer son diamètre; puis l'on réunit les deux fils en enroulant un des bouts sur l'autre. Si l'on porte l'une des deux jonctions à une température quelconque, il ne se manifeste aucun effet électrique; mais si l'on fond un

fragment de métal quelconque à un des bouts de fil, il y a aussitôt manifestation d'un courant électrique, et il en sera encore de même toutes les fois que le circuit sera formé de deux fils qui ne proviendront pas du même platine. Ainsi, la moindre différence dans le platine des deux fils, suffit pour donner lieu à un courant électrique, quand l'un et l'autre sont portés à la même température aux points de contact. Je ferai observer que les fils sont préalablement plongés dans de l'acide nitrique bouillant, de sorte qu'il est impossible de supposer que les effets dont nous venons de parler, soient dus à des corps étrangers qui adhéreraient à leurs surfaces.

Il paraîtrait donc, d'après ces expériences, que plus le terme de fusion des métaux est éloigné, plus la température à laquelle le rapport entre l'accroissement de chaleur et celui de la force électro-dynamique cesse d'être constant, sera considérable; or, comme le platine ne fond qu'à une température extrêmement élevée, que dans les métaux faibles la loi de décroissement est peu rapide, nous pouvons supposer, sans crainte de commettre d'erreurs très-graves, que dans un circuit de deux fils de platine, qui ne proviennent pas du même morceau, le rapport constant entre les accroissemens de chaleur et les accroisemens de la force électro-dynamique a encore lieu pour des températures élevées, mais éloignées du point de leur fusion. Cette propriété va nous servir à exprimer des températures rouges en fonction des degrés du thermomètre centigrade.

Comme application de la méthode que je viens d'exposer, je vais déterminer la température que prennent deux fils de platine, disposés, comme il a été dit plus

haut, lorsqu'on les plonge successivement aux points de jonction dans les différentes enveloppes qui composent la flamme d'une lampe à alcool.

On sait qu'une flamme, en général, principalement celle d'une bougie ou d'une lampe alcoolique, est formée de plusieurs divisions inégales, parmi lesquelles on en distingue aisément quatre : la 1re qui est à sa base est d'un bleu sombre et s'amincit à mesure qu'elle s'éloigne de la mèche ; la 2e est l'espace obscur au milieu de la flamme ; la 3e l'enveloppe brillante qui recouvre cette dernière et qui est la flamme proprement dite ; et enfin la 4e qui est l'enveloppe peu lumineuse qui entoure la flamme.

On place d'abord une des jonctions des deux fils, à la limite supérieure de la flamme bleue, là où l'air encore chargé de tout son oxigène commence à rencontrer la flamme ; on trouve que la déviation est de 22°,50 ; lorsque l'immersion se fait dans la partie blanche, ou dans la flamme proprement dite, la déviation est de 20° ; dans l'espace obscur autour de la mèche, elle n'est plus que de 17°. Or, quand on élève les points de jonction à 300°, la déviation est de 8°, et répond à une force électro-dynamique qui a pour intensité 12 ; j'en conclus que les intensités du courant, dans les trois immersions précédentes, pouvant être représentées par les nombres 54, 44, 32, les températures correspondantes seront 1350°, 1080°, 780° ; en admettant que si la force 12 est produite par une température de 300°, la force 48 le sera par une température quatre fois plus grande ; la température 1350° est donc la plus considérable que puisse prendre un fil de platine de $\frac{1}{5}$ de millimètre dans une flamme alcoolique, et elle correspond précisément aux points de la zone bleue qui

touchent la partie brillante de la flamme là ou l'on savait déjà qu'il devait y avoir le plus de chaleur. Quant à la température de 780°, elle ne peut représenter celle du même fil plongé dans la partie obscure de la flamme qui entoure la mèche, attendu que ce fil reçoit aussi de la chaleur de l'enveloppe brillante qu'il traverse, d'où il suit que cette température est beaucoup plus élevée qu'elle ne devrait l'être sans cela.

Pour m'assurer de l'exactitude de la loi qui m'a servi à déterminer la température de chacune des parties d'une flamme, ou du moins des fils qui y sont plongés, j'ai opéré avec des fils de platine d'un diamètre quelconque, mais moindre qu'un tiers de millimètre, et ne renfermant pas la même quantité d'alliage : j'ai trouvé constamment les mêmes résultats ; or, si cette loi n'était pas exacte, elle éprouverait indubitablement des changemens lorsqu'on opérerait avec des fils qui contiendraient plus ou moins d'alliage, et comme l'expérience prouve le contraire, on est autorisé à l'admettre. Au surplus les résultats obtenus par le procédé que j'indique, comparés à ceux donnés par d'autres méthodes, pourront contribuer à fixer les idées sur la solution d'une question qui intéresse si vivement les sciences et les arts. Il peut aussi très-bien se faire qu'en continuant les recherches qui font l'objet de ce mémoire, on découvre de nouvelles propriétés, qui permettront de rectifier la supposition que nous avons faite, et d'arriver par là à la vraie détermination des hautes températures en fonction des degrés du thermomètre ordinaire.

Sur *le Pouvoir magnétisant des rayons solaires les plus réfrangibles.*

Par Mme M. Somerville.

Dans l'année 1813, M. Morichini, professeur à Rome, découvrit que l'acier exposé aux rayons violets du spectre solaire devient magnétique. Ses expériences furent répétées à Pavie par le professeur Configliachi, et à Montpellier par M. Bérard, mais sans aucun succès. J'ai tout lieu de croire que, dans la persuasion peut-être que les expériences qui avaient quelquefois manqué en Italie ne pouvaient pas réussir dans notre climat septentrional, personne ne s'en est occupé dans ce pays. Toutefois l'extraordinaire sérénité du temps, l'été dernier, m'engagea à essayer ce que l'on pouvait obtenir. Au mois de juillet, je plaçai dans une ouverture faite exprès à un volet de croisée, un prisme équiangle de flintglass, dont chacun des trois côtés avait de 1 pouc., à 1 pouc,4 de largeur. Le spectre coloré donné par le prisme fut reçu sur un chassis à la distance d'environ cinq pieds. Je me servis, pour cette première expérience, d'une aiguille à coudre très-fine, d'un pouce de long, après m'être assurée qu'elle était entièrement exempte de magnétisme en présentant plusieurs fois ses deux extrémités aux pôles nord et sud d'une aiguille magnétique très-sensible qu'elle attira également à chaque pôle. L'aiguille magnétique, employée pour cette épreuve, était une aiguille à coudre passant au travers d'un morceau de liège, dans lequel est insérée une petite chape conique de verre; le tout repose sur la pointe d'une aiguille fixée perpendiculairement sur un guéridon.

Je ne connaissais pas alors la manière dont le professeur Morichini avait fait ses expériences, mais il ne me parut pas probable que si la totalité de l'aiguille était exposée également aux rayons violets, la même influence pourrait produire simultanément un pôle sud à une de ses extrémités et un pôle nord à l'autre. Je couvris donc la moitié de l'aiguille avec du papier et je la fixai sur le chassis avec de la cire, entre dix et onze heures du matin, dans une position telle que la partie découverte pût être exposée aux rayons violets. L'aiguille fut placée dans un plan vertical à-peu-près perpendiculaire au méridien magnétique, et inclinée à l'horizon. Comme je n'avais pas d'héliostat, il était nécessaire de mouvoir l'aiguille dans une direction parallèle à elle-même, pour tenir constamment dans le rayon violet la partie découverte.

Le soleil était alors brillant, et en moins de deux heures j'eus la satisfaction de trouver que l'extrémité de l'aiguille qui avait été exposée aux rayons violets, attirait le pôle sud de l'aiguille magnétique et repoussait le pôle nord. On s'était assuré auparavant qu'il n'y avait pas de fer dans le voisinage qui pût troubler les résultats. L'expérience fut aussi recommencée le même jour, précisément avec les mêmes circonstances, dans la vue de découvrir quelque source d'erreur qui aurait pu échapper d'abord; mais le résultat fut exactement le même. La saison était si favorable qu'elle me fournit chaque jour l'occasion de répéter mes expériences, en variant la grosseur des aiguilles; je prenais toujours un soin particulier de m'assurer qu'elles étaient exemptes de magnétisme. Les aiguilles furent placées dans différens sens, tantôt dans

le plan du méridien magnétique, tantôt sous l'angle de l'inclinaison, tantôt perpendiculairement au méridien magnétique, et aussi suivant diverses autres directions. Dans quelques cas les têtes des aiguilles étaient exposées au lieu des pointes aux rayons violets. On aurait peut-être pu s'attendre à ce que l'influence serait plus grande dans les cas où les aiguilles étaient placées dans la direction de l'inclinaison magnétique, et, conséquemment, à ce que la polarité se manifesterait alors dans un temps plus court; mais je n'ai pu remarquer aucune différence. Les aiguilles devinrent magnétiques dans des temps de longueurs très-inégales, et qui varièrent entre une demi-heure et quatre heures; mais cela dépendait de circonstances que je ne pus pas découvrir. J'ai cependant cru remarquer, d'après de nombreux résultats, que les expériences réussissaient mieux de dix heures à midi ou à une heure, que plus tard. La portion de l'aiguille exposée était presque toujours un pôle nord, soit qu'elle pointât en haut ou en bas. Dans quelques exemples où le contraire arriva, cela dépendit vraisemblablement d'une disposition de l'aiguille au magnétisme, antérieure à l'expérience et trop légère pour avoir été observée. On a changé la distance de l'aiguille au prisme, mais sans variation sensible dans l'effet. J'ai trouvé inutile d'obscurcir la chambre : il suffisait de jeter le spectre hors des rayons solaires directs.

J'ai ensuite essayé de déterminer si quelqu'autre des rayons les plus réfrangibles avait la même propriété que le rayon violet. Des aiguilles soigneusement examinées comme auparavant ayant été soumises aux différens rayons du spectre solaire, celles qui furent exposées aux rayons

bleus et verts acquirent quelquefois la propriété magnétique, quoique moins fréquemment, et demandèrent une plus longue exposition que lorsque l'on se servait des rayons violets; mais le magnétisme qu'elles acquirent parut aussi fort : la partie exposée devint un pôle nord. Les rayons indigo réussissaient presqu'aussi bien que les violets.

J'essayai ensuite des morceaux de ressorts de pendule et de montre, dans l'idée qu'ils pouvaient être plus susceptibles, à cause de leur couleur bleue, de l'influence magnétique, et c'est en effet ce qui arriva; cependant la plus grande étendue de leur surface, ou la douceur du métal, peuvent avoir contribué à cette susceptibilité. Les morceaux étaient de deux à trois pouces de long, et d'un huitième à un demi-pouce de largeur. Il fut difficile de se procurer des ressorts de montre et de pendule exempts de magnétisme; il arriva même dans une occasion, que quoique la spirale du ressort fût neutre, les pièces en lesquelles je la coupai manifestèrent une polarité sensible : lorsqu'on les eut chauffées pour leur ôter le magnétisme et la couleur, elles exigèrent une plus longue exposition aux rayons solaires pour acquérir des pôles. De gros poinçons n'ont éprouvé aucun effet, parce que leur masse était peut-être trop considérable. Des aiguilles déjà magnétiques le sont devenues davantage. Le Dr Wollaston eut la bonté de me prêter une très-grosse lentille dont le centre était couvert avec du papier, et qui lui avait servi pour ses recherches sur les rayons chimiques. La lentille concentra les rayons violets et produisit des effets magnétiques en moins de temps que le prisme; mais à cause du mouvement rapide du soleil, il était difficile de tenir l'aiguille

dans le foyer. L'effet fut produit avec une égale facilité en jetant le spectre sur le plancher de la chambre; on ne pouvait pas néanmoins se flatter de réussir toujours, lors même que le temps paraissait le plus favorable.

J'ai fait ensuite avec un verre bleu les expériences que je vais décrire. Trois aiguilles, sans magnétisme, à moitié recouvertes de papier, furent posées horizontalement, par un soleil très-ardent, sur l'appui en pierre d'une fenêtre située au midi, sous un verre d'un bleu foncé coloré par le cobalt. Elles restèrent dans cette position pendant trois à quatre heures; on ne les trouva que faiblement magnétiques : la partie à découvert avait le pôle nord. Examinées le jour suivant, elles ne donnèrent aucun signe de magnétisme, circonstance qui ne s'était pas encore offerte, mais qui se présenta quelquefois dans la suite à mesure que la force du soleil allait en diminuant. Il n'y avait pas de fer dans le voisinage; une aiguille magnétisée placée sur les différentes parties de la pierre ne décela aucune influence magnétique. Le jour suivant, les expériences furent repétées, avec cette différence qu'on laissa les aiguilles exposées au soleil pendant six heures; dans ce cas, non-seulement elles acquirent un magnétisme très-sensible, mais encore elles le retinrent pendant environ six mois. Les ressorts qui avaient été chauffés, comme je l'ai dit plus haut, devinrent aussi magnétiques sous le verre bleu.

Je désirais m'assurer si cette espèce de verre laissait passer les rayons chimiques, et occasionait par là les changemens observés dans l'acier. A cet effet, j'employai comme réactif un liquide tenant du chlorure d'argent en suspension : un morceau de papier à écrire après

avoir été plongé dans le liquide fut coupé en deux parties égales ; l'une de ces parties fut placée sous un verre bleu ; l'autre sous un verre blanc, et autant que possible au même instant ; mais la seconde ne devint pas noire plutôt que l'autre, et en les comparant on ne put apercevoir aucune différence dans l'intensité de la couleur, ce qui prouve que toutes les deux avaient été également exposées aux rayons chimiques. L'expérience répétée donna le même résultat.

Le 26 d'août, le thermomètre étant à midi à 19°, deux morceaux de ressort de pendule sans magnétisme, furent exposés au soleil, l'un sous un morceau de verre de la même couleur que celui de l'expérience précédente, mais plus épais, et l'autre sous un verre vert ; tous les deux acquirent la polarité.

Le 31 d'août, le thermomètre, vers midi, marquait 20°. Ayant réussi à produire le magnétisme dans les circonstances précédemment décrites, je voulus savoir quel serait l'effet du soleil sur deux lames de ressort de pendule, quand il agirait à travers de la soie violette et verte. La moitié de chaque lame fut couverte de papier, comme auparavant ; après avoir ensuite enveloppé l'une d'elles dans un ruban violet et l'autre dans un ruban vert, on les fixa derrière un carreau de verre d'une fenêtre sur lequel elles restèrent exposées au soleil tout le jour. Le soir, toutes les deux étaient devenues magnétiques, quoiqu'elles fussent du nombre des lames de ressort qui, pour avoir été chauffées, acquièrent plus lentement la polarité ; comme dans les autres expériences, les parties exposées au soleil sous les rubans avaient acquis le pôle nord.

Pour savoir si la chaleur avait eu quelque part à la production du magnétisme dans ce dernier cas, j'exposai trois lames du même acier à un soleil brillant; c'était le le 1er septembre; le thermomètre, à midi, marquait 21°: chaque lame fut couverte à demi de papier, mais on ne posa sur l'autre moitié ni de verre ni de ruban : or, quoique la chaleur fût plus forte que le jour précédent, il ne se manifesta pas de magnétisme.

Le 2 septembre, le thermomètre marquant, à midi, 20°, un morceau d'acier blanc devint magnétique après avoir été exposé au soleil, enveloppé dans un ruban vert, bien entendu qu'une partie était toujours couverte de papier.

Le 3 septembre, le thermomètre marquant 20°, deux morceaux de ressort devinrent magnétiques, l'un placé dans un ruban violet et l'autre sous un verre bleu, tandis qu'un semblable morceau de ressort ne subit aucune altération, exposé nu à la lumière : la moitié de chaque pièce était recouverte avec du papier.

Le thermomètre, le 4 septembre, étant à 20° vers midi, cinq grosses aiguilles à coudre, de deux pouces de long, furent exposées aux rayons du soleil, une sous un verre bleu, une autre sous un vert vert, une troisième dans un ruban violet, une quatrième dans un ruban vert, et la cinquième à la lumière directe : elles étaient à demi couvertes de papier. De toutes ces aiguilles, deux seulement devinrent magnétiques, savoir celles qui étaient sous le verre bleu et dans le ruban violet.

Le 20 septembre, le thermomètre étant à 20° $\frac{1}{2}$, je plaçai des morceaux d'acier qui étaient enveloppés, les uns dans du ruban violet, les autres dans du ruban vert, d'autres morceaux enfin recouverts de verres de différentes

couleurs, dans diverses positions par rapport au méridien et à l'inclinaison magnétiques. Plusieurs acquirent des pôles : la partie à découvert était un pôle nord. Un morceau d'acier exposé dans un ruban vert devint plus fortement magnétique que d'ordinaire; sa longueur avait été perpendiculaire à l'horizon, et sa largeur dirigée presque dans le méridien magnétique.

J'obtins encore de temps en temps de semblables résultats dans d'autres mois; mais le magnétisme devint plus faible à mesure que la saison avançait et que la force du soleil diminuait. J'ai été par conséquent forcée de différer de nouvelles expériences jusqu'au retour de l'été qui me donnera l'occasion de les continuer.

D'après les résultats qui ont été établis, je suis portée à croire que les rayons les plus réfrangibles du spectre solaire ont une influence magnétique, même dans ce pays.

Analyse *de quelques Minéraux.*

Par Mr J. Berzelius.

Phosphate d'Yttria.

Ce minéral a été trouvé par M. Tank dans les environs de Lindenas en Norwège, dans une gangue dont la masse principale est un granite à gros grains, et où il est accompagné d'un autre minéral qui, tant par ses caractères extérieurs que par ceux qu'il manifeste au chalumeau, ressemble parfaitement à l'orthite découvert, il y a une année, à Skeppsholmen. M. Tank n'a trouvé

qu'un seul échantillon de phosphate d'yttria; il était remarquable par sa grande densité et une apparence semblable à celle des zirkons qui se trouvent presque partout dans la partie méridionale de la Norwège. Au moyen du chalumeau, il a été facile de reconnaître que la partie constituante électro-négative de ce minéral était de l'acide phosphorique. Quoique, d'après ce résultat, il fût très-probable que le minéral n'était qu'une variété de phosphate de chaux, j'en ai entrepris l'analyse, dans le dessein de découvrir quelle pouvait être la cause de sa densité extraordinaire.

La description minéralogique de ce minéral ne pourrait être que très-imparfaite, à cause de la petitesse du morceau que j'avais reçu. Il avait une forme irrégulière avec des stries cristallines, telles qu'on en trouve dans les grenats imparfaitement développés.

La couleur est le jaune-brunâtre, semblable à celle des zircons de Fredrikswärns, avec lesquels on pourrait, au premier coup d'œil, très-facilement confondre ce minéral. Sa pesanteur spécifique à $+ 16^{\circ} = 4,5577$; il est rayé par l'acier. La cassure est feuilletée dans plusieurs directions. La cassure transversale est inégale, esquilleuse. A l'extérieur, le minéral est sans éclat; mais la cassure feuilletée offre un éclat résineux, et la cassure transversale un éclat gras. Dans les parties minces, il est demi-transparent et jaunâtre.

Essayé au chalumeau, le minéral a beaucoup de ressemblance avec le phosphate de chaux. Seul, il ne se fond pas, mais il prend une couleur plus foncée. Chauffé dans un matras, il ne donne pas d'eau. Avec le borax, il se dissout lentement et forme un verre in-

colore, qui devient blanc laiteux au flamber, et qui, étant saturé, blanchit en se refroidissant. Avec le sel du phosphore il se dissout très-difficilement et forme un verre transparent et incolore. C'est par la difficulté avec laquelle ce minéral se dissout dans le sel du phosphore, qu'il diffère du phosphate de chaux, qui, se dissolvant facilement, donne, quand le sel est saturé, un verre qui perd sa transparence en se refroidissant. Cependant cela arriverait aussi avec le sel d'yttria, si la saturation n'exigeait pas un trop long travail. Avec le carbonate de soude il donne, en produisant une forte effervescence, une scorie infusible d'un gris-clair. Avec l'acide borique il se dissout difficilement; mais un morceau de fer y étant introduit, il se forme du phosphure de fer en abondance. Les acides, même concentrés, ne le dissolvent pas.

Analyse. J'ai réduit en poudre 0,695 gr. de ce minéral, et l'ayant mêlé avec 2 gr. de carbonate de soude, j'ai chauffé le mélange jusqu'à ce que, pendant que la masse se fondait, l'acide carbonique ait cessé entièrement de se dégager.

La masse fondue, étant étendue avec de l'eau, a laissé un précipité un peu jaunâtre qui, lavé et calciné, pesait 0,482 gr.

La solution alcaline, saturée par l'acide acétique, évaporée à siccité et de nouveau dissoute dans l'eau, a laissé une quantité presque inappréciable de silice; la solution étant mêlée avec l'acétate de plomb, a donné un précipité qui, lavé et calciné, pesait 1,3 gr. Ce précipité est toujours $\dddot{P}b^3\dddot{P}^2$; cependant, pour plus de

sûreté, je l'ai analysé par l'acide sulfurique, et j'ai obtenu 1,23 de phosphate de plomb et 1,37 de sulfate de plomb. Ainsi la composition du précipité a été mise hors de doute.

Dans chaque phosphate natif, on a toujours raison de soupçonner l'existence de l'acide fluorique. J'ai traité en conséquence une petite portion du minéral avec du carbonate de soude, de même qu'auparavant, et ayant saturé la solution avec de l'acide acétique et chassé l'acide carbonique, j'ai ajouté de l'hydrochlorate de chaux et de l'ammoniaque. Le précipité étant calciné et traité avec de l'acide sulfurique, il a donné une quantité très-petite d'acide fluorique, mais cependant sensible.

Je fis digérer avec de l'acide hydrochlorique ce que la solution dans l'eau avait laissé. Il resta encore 0,026 gr., qui étaient un mélange de silice et de minéral non décomposé. Je mêlai la quantité dissoute à une solution de carbonate d'ammoniaque, dans laquelle le précipité se redissolvit sans reste; et la solution étant évaporée et l'hydrochlorate d'ammoniaque en ayant été chassé, je dissolvis le reste dans l'acide hydrochlorique et je l'évaporai à siccité. Je dissolvis cette masse dans de l'eau; il se précipita une substance d'une couleur brune foncée, laquelle, étant calcinée, était d'une couleur encore plus foncée et pesait 0,058 gr. Cette substance, dissoute dans l'acide hydrochlorique, laissa 0,033 gr. d'une matière qui, à cause de son indissolubilité, paraissait être de la zircone et contenait encore un peu d'acide phosphorique.

Les 0,025 gr., qui furent dissous, étaient du sous-phosphate de fer, mélangé avec un peu de phosphate

de chaux. La couleur du minéral est sans doute due à ce sous-phosphate. Si à présent on soustrait 0,026 + 0,058 = 0,084 de 0,482, les 0,398 gr. restans seront le poids de l'yttria qui se trouvait dans la solution. Après que la solution neutre dans l'acide hydrochlorique eut été saturée avec du sulfate de potasse, il ne se présenta, même après plusieurs jours, aucun précipité de sulfate double de potasse et de cérium. Une preuve, au reste, que la base était l'yttria, c'était non-seulement le goût sucré de la solution, mais aussi le sel qu'elle formait avec l'acide sulfurique; lequel sel ne se dissout qu'avec difficulté, est d'une couleur d'améthyste et tombe en efflorescence à une température un peu élevée, en conservant sa forme et devenant blanc laiteux.

Les 1,3 gr. de sous-phosphate de plomb qu'on avait obtenus correspondent à 0,238 gr. d'acide phosphorique. Le minéral n'avait pourtant perdu en poids que 0,213 gr.; la raison en est que le précipité de plomb contenait aussi de l'acide fluorique, dont la capacité de saturation est plus grande que celle de l'acide phosphorique. Si, d'après les tables, on calcule combien il faut d'acide phosphorique pour donner $\dddot{Y}^3 \dddot{P}^2$ avec 0,398 d'yttria, on trouve 0,231 gr. Il s'ensuit que ce minéral est principalement formé de ce sous-sel, dont la couleur est due à une portion de sous-phosphate de fer. Si la terre, que je suppose être de la zircone, mais sur la vraie nature de laquelle je n'ai pas fait des recherches ultérieures, s'y trouve sous la forme d'un phosphate, ou si c'était seulement un mélange fortuit de zircone, c'est ce que je ne puis décider. Il serait même possible que ce ne fût qu'une

portion de sous-phosphate d'yttria, qui, étant devenu insoluble après la calcination, n'a pas été privé de son acide par l'alcali. En soustrayant cette quantité, quelle que soit au reste sa nature, de même que la silice et la partie qui ne fut pas décomposée, on a, d'après l'analyse :

Yttria	62,58;
Acide phosphorique avec un peu d'acide fluorique.	33,49;
Sous-phosphate de fer	3,93.
	100,00.

La formule de la composition de ce minéral est ainsi $\dddot{Y}^3 \dddot{P}^2$, et elle est analogue à celle du phosphate de chaux natif. Comme, jusqu'à présent, aucune autre combinaison de l'yttria avec l'acide phosphorique n'a été trouvée dans la nature, il paraît superflu de donner à ce minéral un autre nom que celui de phosphate d'yttria.

Polymignite.

On trouve quelquefois dans le siénite zirconien de Fredrikswärns un minéral noir, brillant, cristallisé en petits prismes. M. Tank en ayant recueilli une petite quantité, a eu la bonté de me la donner pour en faire l'analyse. On trouve encore dans le même siénite un autre minéral en petits grains non cristallisés, lequel, étant chauffé et traité au chalumeau, se comporte comme l'yttrotantalite; mais celui dont il s'agit n'a d'autre ressemblance avec ce dernier que la couleur.

La composition très-compliquée de ce minéral m'a

engagé à lui donner le nom de *polymignite* (πολυς et μιγνυω).

Il est d'une couleur noire, sans présenter la moindre transparence sur les bords. La gangue, dont il est le plus près entouré, est ordinairement d'une couleur rouge, comme c'est le cas, à Finbo, avec l'albite, quand il contient de l'yttrotantalite.

Le minéral est toujours plus ou moins régulièrement cristallisé en prismes longs, minces, à base rectangulaire, et dont les arêtes sont ordinairement remplacées par un ou plusieurs plans. Le prisme a quelquefois deux pans plus larges. Sa longueur est depuis 1 jusqu'à 4 lignes. Je n'ai jamais eu occasion de voir les extrémités du prisme assez développées pour que j'en aie pu déterminer la forme avec quelque exactitude.

Sa pesanteur spécifique = 4,806. Il raie le verre, mais il ne peut être rayé par l'acier. La cassure est conchoïdale, sans indice de clivage. La surface des cristaux a un éclat vif, presque métallique. Celui de la cassure en approche aussi, et est fort au-dessus de ce qu'on observe ordinairement dans les minéraux. La poussière est d'une couleur brune, qui, par la trituration, devient de plus en plus claire.

Traité au chalumeau, il ne subit aucun changement; il ne se fond ni perd son éclat; il ne donne pas d'eau. Avec le borax il se dissout facilement et forme un verre coloré par le fer : en ajoutant plus de borax, ce verre acquiert la propriété de perdre sa transparence au flamber et de prendre une couleur orange. En augmentant la quantité de borax, il devient opaque en se refroidissant. Le minéral étant fondu avec de l'étain, la cou-

leur devient rouge, tirant sur le jaune. Il se dissout dans le sel du phosphore, mais avec moins de facilité ; le verre prend au feu de réduction une couleur rougeâtre qui n'est pas altérée par l'étain, et au feu d'oxidation une couleur rougeâtre plus claire, tirant un peu sur le jaune. Avec le carbonate de soude le minéral se décompose sans se fondre, et la masse devient rouge-grisâtre. Une plus grande quantité de sel donne une scorie imparfaite. En ajoutant du borax dans l'essai, on obtient quelques traces de réduction, mais qui ordinairement ne se manifestent que par des stries métalliques dans le mortier.

Les propriétés du minéral manifestées à l'aide du chalumeau, de même que la circonstance d'être accompagné d'yttrotantalite, donnaient lieu à supposer qu'il pouvait être une espèce particulière de tantalite, et le plan de l'analyse fut formé d'après cette supposition. La quantité totale dont j'avais à disposer pour la recherche n'étant que de 0,658 gr., et cette quantité devant servir non-seulement pour la détermination de la nature des parties composantes, mais aussi pour celle de leurs proportions relatives, les résultats ne peuvent pas être exacts, si surtout on observe que cette analyse va présenter des corps qu'on ne sait pas encore parfaitement séparer les uns des autres, et je ne les aurais pas même publiés si le minéral n'était pas très-rare, et que sa composition n'eût quelque chose d'extraordinaire.

a. Ayant reconnu préalablement sur une petite portion du minéral, qu'étant réduit en poussière fine, il pouvait être décomposé par l'acide sulfurique, les 0,658 gr., porphyrisés avec lavage et desséchés à une haute tempé-

rature, mais sans être calcinés, furent décomposés par l'acide sulfurique. Les sels, dissous dans de l'eau, laissèrent une substance blanche qui, après un long lavage avec de l'eau bouillante et ensuite calcinée, pesait 0,143 gr. Dans la supposition que cette substance était de l'acide tantalique, elle fut fondue avec du sulfate acide de potasse, et l'on obtint une masse jaune et transparente. Mise dans l'eau, le sel acide se dissolvit et la substance blanche resta insoluble. Etant digérée avec de l'hydrosulfate d'ammoniaque, elle prit une couleur verte. La solution étant séparée et évaporée, donna des traces de sulfure d'un métal qui paraissait être l'étain. Le corps vert, non dissous, se dissolvit dans de l'acide hydrochlorique concentré, en laissant seulement une trace du même sulfure, laquelle était trop petite pour être recueillie et pesée. En conséquence, le corps n'était pas de l'acide tantalique, parce que celui-ci est soluble dans l'acide hydrochlorique. La solution était jaune. Pour en séparer le fer, j'ajoutai de l'acide tartrique et je sursaturai la solution avec de l'ammoniaque. J'avais cru que le fer se soutiendrait en solution, et que le corps blanc s'en précipiterait; mais cela n'eut pas lieu. Je précipitai alors le fer avec de l'hydrosulfate d'ammoniaque; je redissolvis le précipité dans de l'eau régale, et après avoir précipité de nouveau avec de l'ammoniaque, j'obtins 0,0065 gr. d'oxide de fer.

b. Je précipitai le reste de la solution avec du muriate de chaux. Le précipité fut lavé et calciné pour détruire l'acide tartrique, et la chaux en fut extraite avec de l'acide hydrochlorique. Il resta, sans se dissoudre, 0,12 gr. d'une substance blanche, qui était jaune à chaud et blan-

che à froid. Cette substance, étant exposée à l'action du chalumeau, fut aussitôt reconnue pour de l'acide titanique, par sa propriété de donner avec la soude un globule jaune foncé, qui, en se figeant, devient blanc-opaque et rentre en incandescence, de même que par la couleur violette qu'il acquiert au feu de réduction, lorsqu'il est en combinaison avec du borax et le sel de phosphore, ou avec de l'étain. Le sel de phosphore y indiqua aussi un mélange de silice.

c. La solution dans l'acide sulfurique (*a*) et les eaux de lavage furent précipitées avec de l'ammoniaque caustique. Le précipité en fut séparé et lavé. La solution qui resta fut précipitée avec de l'oxalate d'ammoniaque, ce qui donna de l'oxalate de chaux, lequel, changé en carbonate, pesait 0,047 gr. Après avoir évaporé à siccité cette dernière solution, qui avait été précipitée avec l'oxalate, je calcinai le sel et j'obtins 0,015 gr., dans lesquels le sel de platine indiqua la présence de la potasse, et le sous-phosphate d'ammoniaque celle de la magnésie.

d. Ce qui (*c*) avait été précipité par l'ammoniaque caustique fut dissout dans l'acide sulfurique étendu avec de l'eau. Une portion resta insoluble, laquelle, après la calcination, fut d'une couleur claire-jaunâtre, et pesait 0,088 gr.

e. Je saturai avec de l'ammoniaque caustique la solution (*d*) et l'eau de lavage. A cette solution, chauffée à l'ébullition, j'ajoutai du sulfate de potasse, tant qu'il se forma un précipité. Celui-ci fut lavé d'abord avec de l'eau pure, puis avec de l'eau mêlée avec un peu d'ammoniaque. Calciné, il pesait 0,213 gr. J'ajoutai cette quantité aux 0,088 (*d*), et je les fondis avec un peu de

sulfate acide de potasse; je fis ensuite digérer cette masse avec de l'eau, dont la transparence fut un peu altérée par l'ammoniaque. En y ajoutant plus d'ammoniaque, la masse non dissoute changea de forme et devint floconneuse. Recueillie sur un filtre, elle fut traitée avec de l'acide tartrique; mais celui-ci, laissant non dissoute la plus grande partie, l'acide hydrochlorique fut employé. Ce qui encore, après une longue digestion, resta sans se dissoudre, fut calciné, et pesait 0,185 gr.; c'était de l'acide titanique. Je mêlai ensemble les solutions dans l'acide hydrochlorique et l'acide tartrique, et je les sursaturai avec de l'ammoniaque, qui n'y détermina aucun précipité; mais y ayant ajouté de l'hydrosulfate d'ammoniaque, j'obtins un précipité de sulfure de fer, qui, changé en oxide, pesait 0,011 gr. La solution fut après cela évaporée à siccité, et les sels étant détruits par la calcination, il resta une terre blanche, insoluble dans l'acide hydrochlorique, mais qui se dissolvit dans l'acide sulfurique concentré, et fut reconnue pour de la zircône. Elle pesait 0,095 gr. Puisque la zircône se trouva dans ce minéral, il est évident que l'acide titanique en devait contenir une petite portion. Le chalumeau indiqua aussi dans la zircône des traces d'acide titanique, quoique peu sensibles.

f. Je mêlai avec de l'acide tartrique la solution (*e*), qui fut précipitée en ébullition avec du sulfate de potasse; je la sursaturai avec de l'ammoniaque, et la précipitai enfin avec de l'hydrosulfate d'ammoniaque. Le fer, qui en fut alors séparé, changé en oxide, pesait 0,063 gr. La solution étant évaporée, les sels furent calcinés avec un peu de salpêtre, pour empêcher la formation du sul-

fure de potasse. Ceux de ces sels qui contenaient de l'alcali en excès, furent extraits avec de l'eau ; les autres furent dissous à froid par l'acide hydrochlorique, qui laissa un peu de platine provenant du creuset. La solution fut précipitée par de l'ammoniaque caustique. Le précipité, qui était jaune-brunâtre sur le filtre, mais noir après la calcination, pesait 0,109 gr. L'oxalate d'ammoniaque donna dans la solution ammoniacale un précipité qui devint noir en le calcinant, et pesait 0,018 gr. ; il fut reconnu pour de l'oxide de manganèse.

g. Les 0,109 que l'ammoniaque avait précipités, se dissolvirent dans l'acide hydrochlorique, en dégageant une faible odeur de chlore. Le sulfate de potasse y détermina un précipité jaune de sulfate double de potasse et de cérium, et enfin la potasse caustique précipita 0,033 gr. d'oxide de cérium. Les 0,076 qui restaient, avaient les propriétés de l'yttria, avec une trace de manganèse.

L'ensemble de ces résultats donne ainsi :

Acide titanique....	30,50 pour cent.	46,3 ;
Zircône.....	9,50	14,4 ;
Oxide de fer.....	8,05	12,2 ;
Chaux.....	2,65	4,2 ;
Oxide de manganèse.	1,80	2,7 ;
Oxide de cérium...	3,30	5,0 ;
Yttria.....	7,60	11,5.
Traces de { Magnésie..... Potasse..... Silice..... Oxide d'étain.. }		
	63,40.	96,3.

La perte est cependant plus grande qu'elle ne paraît

être. Le fer et le manganèse, peut-être même le cérium, se trouvent dans le minéral en forme d'oxidules; mais dans les résultats ci-dessus ils sont comptés comme étant des oxides. Une perte très-considérable est toujours inévitable dans une recherche analytique si compliquée, et le minéral pourrait même contenir des substances qui ont échappé à mon attention. Aussi est-il évident par soi-même que la vraie composition du minéral ne peut pas être calculée. La seule conclusion que l'on peut déduire de cette recherche, est celle que le minéral contient une combinaison entre le titanate et la zircône et d'autres titanates isomorphes. De même il s'ensuit que la quantité de l'acide titanique n'est pas suffisante pour contenir deux fois autant d'oxigène que les bases.

J'ai fait plusieurs essais pour séparer l'un de l'autre l'acide titanique et la zircône, sans que j'aie pu trouver une méthode infaillible. L'acide sulfurique, lorsqu'il est étendu, les sépare bien mieux, mais il dissout encore un peu d'acide titanique en même temps que de la zircône. Les carbonates des alcalis les dissolvent de la même manière et presque dans les mêmes proportions. Le sulfate de potasse, qui souvent ne précipite pas les solutions du titane, le fait cependant lorsqu'elles contiennent de la zircône, qui entraîne alors l'acide titanique. L'acide fluorique se comporte à-peu-près de même. L'infusion de noix de galle les précipite tous les deux. L'analyse du polymignite, pour être exécutée avec une précision convenable, présuppose ainsi la découverte d'une méthode de séparer l'acide titanique de la zircône. Mais le polymignite contient encore deux substances qui ne peuvent pas être séparées, savoir : l'yttria et l'oxidule de manganèse, dont

celui-ci est opiniâtrément adhérent à l'autre jusqu'à une certaine quantité. Ce qui m'a réussi le mieux dans leur séparation, a été de les dissoudre dans l'acide nitrique, de les évaporer à siccité, et de tenir pendant long-temps les sels à la température de l'étain fondant; après quoi le nitrate d'yttria s'est dissous dans l'eau. Quand la quantité d'eau est petite, la solution ne contient pas de manganèse; mais lorsqu'on lave l'oxide de manganèse, une partie se dissout, et la solution prend une couleur foncée, qu'elle perd par l'exposition à la lumière.

(3). *Arséniate de fer.*

L'acide arsénique et l'acide phosphorique donnent avec les bases un plus grand nombre de combinaisons que les autres acides; et plusieurs, qui existent dans la nature, ne peuvent pas être produites dans nos laboratoires. Les combinaisons du fer avec l'acide phosphorique, et celles du cuivre avec l'acide arsénique, présentent surtout un grand nombre de variétés qui ne sont pas encore étudiées avec une exactitude suffisante. Sur la demande de M. Pohl, de Vienne, de soumettre à l'analyse une espèce d'arséniate de fer, que ce célèbre savant avait apportée du Brésil, j'ai entrepris, dans le dessein de pouvoir juger les résultats de la recherche, une révision des analyses qui ont été faites jusqu'à présent des arséniates et des phosphates natifs; et, comme le résultat de cette révision ne manque pas d'intérêt pour la connaissance de ces sels et pour la multiplicité des proportions dans lesquelles les parties constituantes peuvent se combiner, j'en veux donner ici un tableau succinct.

Les analyses du phosphate de fer me paraissent présenter quatre combinaisons diverses, savoir :

1) $\dddot{Fe}^2 \dddot{\dot{P}} + \dddot{Mn}^2 \dddot{\dot{P}}$ (1), dans le manganèse phosphaté de Limoges.

2) $\dddot{Fe}^2 \dddot{\dot{P}} + 12\,Aq$, dans le phosphate bleu de fer de l'Ile-de-France (2) et d'Alleyras (3).

3) $\dddot{Fe}^3 \dddot{\dot{P}}^2 + 12\,Aq$, de Bodemais (4) et Hillentrup (5).

4) $\dddot{Fe}^4 \dddot{\dot{P}}^3 + 16\,Aq$. Saint-Agnès en Cornouailles (6), Eckartsberg (7).

Dans ces analyses, la chose la plus essentielle est le rapport entre les bases. On n'a pas, peut-être, déterminé avec la même exactitude à quel degré le fer est oxidé. Probablement les deux oxides de fer se trouvent dans toutes les combinaisons bleues. L'inexactitude qui suit des résultats de l'analyse, affecte principalement la quantité d'eau. Parmi ces combinaisons ne se trouve

---

(1) Mon Analyse, *Annales de Chimie et de Physique*, tome XII, page 34.

(2) LAUGIER. *Ann. du Musée*, t. III, p. 405.

(3) BERTHIER. *Journal des Mines*, t. XXVIII, p. 73.

(4) VOGEL. Gilberts, *Annalen der Physik*, *b.* IX, p. 174.

(5) BRANDES. Schweiggers *Journal ; neue Reihe*, t. I, p. 77.

(6) STROMEYER. *Untersuchungen*, t. I, p. 274.

(7) KLAPROTH. Beyträge, t. IV, p. 122.

aucune de celles qui se présentent ordinairement dans nos laboratoires, savoir : $\dot{F}e\,\overset{\cdot\cdot}{\dddot{P}}$ = phosphate neutre d'oxidule de fer, $\dddot{F}e^2\,\overset{\cdot\cdot}{\dddot{P}}{}^3$ = phosphate neutre d'oxide de fer, et $\dddot{F}e\,\overset{\cdot\cdot}{\dddot{P}}$ = sous-phosphate de l'oxide, qui se forme par l'oxidation du phosphate de l'oxidule. Il y a ainsi sept diverses combinaisons.

Si nous cherchons quelles sont les proportions pour les autres bases, nous trouvons par exemple pour le phosphate de cuivre, que celui de Liebethen, qui d'après M. Berthier (1) est $\ddot{C}u^2\,\overset{\cdot\cdot}{\dddot{P}} + 12\ Aq$, correspond à la même capacité de saturation que celle du manganèse phosphaté ; mais que le phosphate de cuivre d'Ehrenbreitstein, d'après l'analyse de M. Lynns (2), constatée par M. Arfwedson, est $\ddot{C}u^5\,\overset{\cdot\cdot}{\dddot{P}}{}^2 + 5\ Aq$. Le wawellite est $\dddot{A}l^4\,\overset{\cdot\cdot}{\dddot{P}}{}^3$. Nous avons ainsi reconnu jusqu'à neuf espèces de combinaisons.

Les combinaisons de l'acide arsénique, qui sont connues, sont beaucoup moins nombreuses. Les analyses qui ont été faites de l'arséniate de fer ne sont susceptibles d'aucun calcul. Il y a plusieurs espèces d''arséniate de cuivre, entre lesquelles les minéralogistes ont établi une distinction ; mais les recherches de M. Chenevix, faites dans un temps où, l'on peut dire, l'ana-

---

(1) *Annales des Mines*, t. VIII, p. 335.

(2) *Edinb. Journ. of Phil.*, t. IX, p. 213.

lyse était encore dans l'enfance, ne peuvent se prêter au calcul ; et les résultats, dernièrement communiqués par M. Brooke, sans avoir rendu compte de sa méthode analytique, et d'après lesquels il a cherché à réduire les arséniates à ces deux combinaisons, $\ddot{C}u \dddot{\ddot{A}}s$ et $\ddot{C}u^2 \dddot{\ddot{A}}s$, différentes l'une de l'autre seulement par des quantités diverses d'eau, ne peuvent guère être considérés que comme des conjectures, faites dans l'espérance d'avoir saisi la vérité. M. Berthier (1) a analysé l'arséniate de nickel d'Allemont, qui n'est qu'un sous-sel ordinaire, et M. Stromeyer (2) a fait l'analyse d'un sous-arséniate double de chaux et de magnésie (Picropharmacolithe), dont la formule est :

$$\left.\begin{array}{l}\ddot{C}a^5\\ \ddot{M}g^5\end{array}\right\}\dddot{\ddot{A}}s^4 + 30\,Aq:$$

ce qui constitue ainsi la dixième espèce de combinaison.

On pourrait peut-être objecter que les anciennes analyses du phosphate de fer (2) ne sont pas de la même précision que les autres. J'en suis d'accord, mais on trouve la réalité d'une telle formule constatée par d'autres analyses.

Je vais présenter ensemble dans un seul tableau les combinaisons qu'on a trouvées, et j'adjoindrai à chacune les minéraux qui y appartiennent. *R* signifie dans les

---

(1) *Annales des Mines*, t. IV, p. 472.

(2) *Untersuchungen*, t. I, p. 135.

formules suivantes le radical de la base, et P ou l'arsenic ou le phosphore.

1). $\dddot{R}\,\dddot{P}$. Le phosphate et l'arséniate de plomb, l'arséniate de chaux dans la pharmacolithe.

2). $\dddot{R}\,\dddot{P}$. Le phosphate d'urane dans l'uranite et la chalkolithe.

3). $\ddot{R}^3\,\dddot{P}^2$ ($\ddot{R}^1\,\frac{1}{2}\,\dddot{P}$). Apatite, wagnerite (le phosphate de magnésie), le phosphate d'yttria, le phosphate de fer de Bodemais, le nickel arséniaté d'Allemont.

4). $\ddot{R}^2\,\dddot{P}$. Manganèse phosphaté, phosphate de cuivre de Liebethen.

5). $\dddot{R}^2\,\dddot{P}$. Le phosphate de fer de l'Ile de France et d'Alleyras.

6). $\ddot{R}^4\,\dddot{P}^3$. Le phosphate de fer de St.-Agnès de Cornouailles, le phosphate de chaux dans les os.

7). $\dddot{R}^4\,\dddot{P}^3$. Wawellite.

8). $\ddot{R}^5\,\dddot{P}^2$. Phosphate de cuivre d'Ehrenbreitstein.

9). $\ddot{R}^5\,\dddot{P}^4$. Picropharmacolithe.

La comparaison faite de ces combinaisons, on reconnaît que les premières sont caractérisées par des rapports très-simples entre le radical de l'acide et celui de la base, et qu'au contraire, dans les deux dernières où ces rapports sont plus compliqués et commencent à se rapprocher de ceux qui ont lieu dans la nature organique, l'oxi-

gène de la base est égal à celui de l'acide, ou en est la moitié. De même on reconnaît que ces acides, qui d'ailleurs dans leurs combinaisons ordinaires ne suivent pas cette loi générale (qu'on retrouve, à si peu d'exceptions près, dans les autres acides) manifestent évidemment une tendance à la suivre; l'oxigène de l'acide devenant dans ce cas ou le même que celui de la base, ou le double. En conséquence de cette observation, les proportions des combinaisons oxidées paraissent être déterminées par les deux conditions suivantes : 1) un rapport simple entre le radical de la base et celui de l'acide, et quand cela n'a pas lieu, 2) un rapport multiple entre l'oxigène de la base et celui de l'acide. La raison pourquoi cette dernière condition est assujettie à si peu d'exceptions (toujours excepté ces acides et ceux d'une composition semblable), se retrouve alors dans cela, que les autres corps oxidés sont tellement composés, que les deux conditions se trouvent remplies à la fois. Il paraît évident que la première de ces deux conditions détermine seule le rapport dans la combinaison des radicaux, quand ils ne sont pas acidifiés, et que la dernière a seulement lieu pour les corps oxidés; en raison de quoi on n'a pas lieu d'attendre pour les radicaux oxidés de combinaisons telles que : R^5P^2 et R^5P^4.

Après cette digression je reviens aux recherches des deux espèces d'arséniate de fer.

1). *Arséniate de fer d'Antonio Pareira, Villa ricca, dans le Brésil.* Ce minéral se trouve dans de petites cavités dans une espèce d'hydrate d'oxide de fer compacte, contenant de la silice, et qui dans le voisinage de ces cavités est mélangé d'arséniate de fer.

Le minéral est cristallisé, mais toujours d'une manière si confuse, que même, dans le cas où il est en prismes un peu longs, on ne peut rien prononcer avec certitude sur leur figure. La partie du minéral qui est tournée vers le dedans de la cavité a le plus souvent des faces parfaitement développées, mais qui sont formées par plusieurs cristaux. Dans un seul cristal que j'ai eu occasion d'examiner, j'ai reconnu que le prisme se terminait par une pyramide aiguë, à base carrée. La couleur est d'un vert clair, semblable à celle du vitriol de fer ordinaire. Les cristaux sont transparens; la poussière est blanche, mais prend la couleur de rouille par la trituration avec de la potasse caustique.

Traité au chalumeau, le minéral donne de l'eau et devient jaune, sans changer de forme. Calciné dans un matras, il ne donne pas d'acide arsénieux. Il se comporte, au reste, avec les fondans, comme l'arséniate de fer en général. Chauffé jusqu'au rouge dans un petit appareil de distillation, soufflé à la lampe, ce minéral donna, dans deux essais, 15,55 p. c. d'eau pure, sans que l'appareil perdît du poids par quelque gaz dégagé.

a. Je dissolvis 1,5 gr. dans l'acide hydrochlorique; la solution fut complète. Avec de l'hydrosulfate d'ammoniaque ajouté en excès, je précipitai le fer à l'état de sulfure, je lavai celui-ci avec de l'eau mélangée d'un peu d'hydrosulfate d'ammoniaque, et quand l'eau de lavage commença à se colorer en vert, je la mis à part.

b. Le sulfure de fer fut dissous dans de l'acide hydrochlorique très-étendu, qui laissa un peu de sulfure d'arsenic. L'eau verte du lavage, mélangée avec de l'acide hydrochlorique, déposa encore un peu de sulfure d'ar-

senic. Celui-ci en fut séparé et la solution fut ajoutée à la solution de fer. Je dissolvis le sulfure d'arsenic dans de l'ammoniaque caustique, et j'ajoutai cette solution à celle qui avait été faite auparavant dans l'hydrosulfate d'ammoniaque (*a*). Il resta dans ces solutions mélangées une poussière grise qui, pour la plus grande partie, était du soufre, mais dont la couleur sombre m'obligea de la brûler. Elle laissa une trace d'un corps noir qui fut reconnu au chalumeau pour de l'oxide de cuivre.

c. Ayant ajouté de l'acide nitrique à la solution de fer, je chauffai cette solution pour en oxider le fer; et après avoir précipité avec de l'ammoniaque caustique, je lavai et calcinai le précipité; il pesait 0,583 gr. Je redissolvis ce précipité dans de l'acide hydrochlorique, j'y ajoutai un excès de potasse caustique, et je soutins ce mélange en ébullition : après quoi, la solution fut séparée et traitée avec de l'acide hydrochlorique et du carbonate d'ammoniaque. J'obtins alors un précipité qui pesait 0,01 gr., et qui au chalumeau fut reconnu contenir un peu d'acide arsénique, de l'alumine, des traces de fer, et enfin une substance qui communiqua une faible couleur bleue aux fondans, laquelle couleur se soutenait la même dans l'intérieur et l'extérieur de la flamme, et était probablement due à une portion excessivement petite de cobalt. Je dissolvis encore une fois l'oxide de fer; après quoi, il fut totalement précipité par du succinate d'ammoniaque, sans qu'il restât quelque chose dans la solution. La quantité d'oxide de fer, si on fait abstraction de ce qui s'était dissous dans la potasse, fut de cette manière trouvée = 0,523 gr.

d. Je précipitai la solution de sulfure d'arsenic dans

l'hydrosulfate d'ammoniaque (*b*) avec de l'acide hydrochlorique. Le précipité lavé et desséché, pesait 1,22 gr. J'en dissolvis 1,2 gr. dans de l'eau régale, qui laissa 0,058 de soufre; et ayant ajouté à cette solution du sel de baryte, j'obtins 4,68 gr. de sulfate de baryte; conséquemment les 1,22 gr. contenaient 0,7228 gr. de soufre et 0,4972 gr. d'arsenic, ce qui correspond à 0,7617 gr. d'acide arsénique.

e. Pour chasser l'hydrogène sulfuré de la solution, de laquelle avait été précipité le sulfure d'arsenic au moyen de l'acide hydrochlorique, je fis bouillir cette solution, après quoi je la saturai avec de l'ammoniaque caustique dans un flacon. De l'hydrochlorate de chaux y ayant été ajouté, le flacon fut bouché. D'abord, aucun précipité ne se manifesta; mais, après vingt-quatre heures, il s'en était formé un qui était blanc, léger et floconneux. La quantité de ce précipité était trop petite pour être pesée, mais cependant suffisante pour être reconnue au chalumeau pour du phosphate de chaux.

L'analyse a ainsi donné :

Acide arsénique.....	76,17 ou p. c.	50,78;
Oxide de fer.....	52,30	34,85;
Arséniate d'alumine.....	1,00	0,67;
Eau.....	23,30	15,55.
Traces d'acide phosphorique et d'oxide de cuivre.		
	152,77	101,85.

Cette augmentation de poids m'engagea à en chercher la cause. Il est évident que, ou le radical de l'acide, ou

celui de la base s'était oxidé dans l'expérience. Quant à celui de l'acide, cela était très-peu probable, parce que l'acide arsénieux se trouve chassé des bases par la calcination. Pour m'assurer si le fer se trouvait oxidulé en quelque endroit dans le minéral, je dissolvis 0,46 gr. de ce minéral dans de l'acide hydrochlorique sans une calcination préalable, et je mêlai cette solution avec du cyanure double de fer et de potassium; la masse prit à l'instant une couleur bleue et perdit sa transparence; ce qui est une preuve que la solution contenait un sel d'oxidule. Ce précipité bleu ne put être séparé de la solution, quoiqu'elle fût saturée de sel ammoniac. La solution étant un peu chauffée, le précipité resta bien à la vérité sur le filtre; mais le liquide dégagea une odeur de chlore et d'acide hydrocyanique, ce qui est une preuve qu'il s'était formé plus de bleu de Prusse qu'il ne devait s'en former par le fer seul contenu dans l'oxidule. Ce bleu de Prusse, étant brûlé, donna 0,19 gr. d'oxide de fer, qui correspondent à 0,0733 gr. d'oxidule de fer, ou à 15,55 p. c., ce qui est évidemment trop. C'est une chose extrêmement difficile, sinon impossible, que de déterminer exactement la quantité d'oxidule par voie d'expérience. Si nous comparons entre elles la quantité du fer et celle de l'arsenic, nous trouvons un atome de chacun; car

$978{,}43\ (\dddot{F}e) : 1440{,}77\ (\dddot{A}s) = 34{,}85 : 51{,}32.$ Cherchant, après cela, quel doit être le rapport entre l'oxide et l'oxidule pour qu'il soit dans la meilleure correspondance avec la quantité d'eau, nous trouvons la formule suivante, comme la plus simple:

$$\dddot{Fe}\,\dddot{As} + 2\,\dddot{Fe}\,\dddot{As} + 12\,\dot{A}q.$$

D'après cette formule, l'analyse, telle que nous venons de la décrire, aurait dû donner :

Oxide de fer.....	34,50 ;
Acide arsénique.....	50,81 ;
Eau.....	15,86.
	101,17.

Je crois, en conséquence, que cet accord entre les résultats observés et ceux qui sont calculés d'après la formule, doit être considéré comme une preuve que le minéral est composé ainsi que la formule l'indique.

2). *Fer arséniaté de Cornouailles*. Les caractères minéralogiques de ce minéral sont si bien connus, que je crois ne devoir rien dire à ce sujet. J'en fis l'analyse d'après le même plan que pour le minéral précédent, quoique je n'en eusse qu'une quantité bien plus petite que de l'autre.

a. 0,51 gr. de morceaux choisis des cristaux les plus purs donnèrent 0,095 gr. d'eau pure, sans qu'il se sublimât aucune trace d'acide arsénieux, ce qui cependant a lieu assez souvent avec ce minéral. Dissous dans de l'acide hydrochlorique, il laissa 0,009 gr. de gangue.

b. Je précipitai la solution avec de l'hydrosulfate d'ammoniaque en excès. Le sulfure de fer, lavé, se dissolvit dans l'acide hydrochlorique en laissant une substance noire, qui par le grillage donna 0,003 gr. d'oxide de cuivre. La solution, mélangée avec de l'acide

nitrique, et tenue en ébullition, donna 0,2 gr. d'oxide de fer, d'où la potasse caustique ne put extraire qu'une trace peu sensible d'alumine.

c. La solution dans l'hydrosulfate d'ammoniaque, étant mêlée avec de l'acide hydrochlorique, laissa 0,38 gr. de sulfure d'arsenic, lequel, traité avec de l'eau régale, comme dans l'expérience précédente, donna enfin 0,19 gr. d'acide arsénique.

d. Après avoir ajouté de l'ammoniaque caustique et de l'hydrochlorate de chaux à la solution saturée avec de l'acide hydrochlorique, j'obtins 0,028 gr. de phosphate de chaux, correspondant à 0,013 gr. d'acide phosphorique.

e. La solution du minéral dans l'acide hydrochlorique ne précipitait pas avec l'hydrochlorate de baryte; par conséquent elle ne contenait pas d'acide sulfurique. Mais le cyanure rouge de fer et de potassium en précipitait du bleu de Prusse.

L'analyse a donné :

Acide arsénique.....	0,193	37,82 (1)	oxig. 13,12;
Acide phosphorique....	0,013	2,53	1,41;
Oxide de fer.....	0,200	39,20	11,76;
Oxide de cuivre.....	0,003	0,65	0,13;
Eau.....	0,095	18,61	16,52;
Substances non dissoutes.	0,009	1,76.	
	0,513	100,57.	

Les quantités d'oxigène de l'oxide de fer et de l'oxide de cuivre sont à la quantité d'oxigène des acides dans le

(1) Dans mon rapport à l'Académie royale des Sciences à Stockholm, pour l'année 1823, page 156, j'ai donné le

rapport de 9, 10, c'est-à-dire comme dans la formule $\dddot{F}e^3 \dddot{\ddot{A}}s^2$. Mais le minéral contient aussi de l'oxidule de fer. S'il était composé suivant la formule :

$$\ddot{F}e^3 \dddot{\ddot{A}}s^2 + 2\,\dddot{F}e^3 \dddot{\ddot{A}}s^2 + 36\,Aq,$$

ou, pour diminuer le nombre des multiples et pour rendre la formule comparable à la précédente,

$$\ddot{F}e\,\dddot{\ddot{A}}s^{\frac{2}{3}} + 2\,\dddot{F}e\,\dddot{\ddot{A}}s^{\frac{2}{3}} + 12\,Aq,$$

les 100 p. c. de l'analyse auraient dû donner :

---

résultat de cette même analyse; mais par une erreur de calcul, en déterminant la quantité de l'acide arsénique d'après celle du sulfure d'arsenic, j'avais trouvé 40,2 p. c. d'acide arsénique, ce qui fait une différence de 3 p. c. Dans une nouvelle analyse de ce minéral, j'ai obtenu moins d'acide phosphorique et d'oxide de cuivre. Voici les résultats de l'analyse de 0,567 gr. :

Acide arsénique.....	0,2150	p. c. 38,00;
Oxide de fer.....	0,2300	40,56;
Acide phosphorique...	0,0040	0,70;
Oxide de cuivre.....	0,0035	0,60;
Reste non dissous.....	0,0020	0,35;
Eau.....	0,1110	19,57.
	0,5660	99,78.

Les quantités de l'acide arsénique et de l'acide phosphorique, prises ensemble, correspondent à 0,2216 gr. = 39,15 p. c. d'acide arsénique. En chassant l'eau du minéral, j'obtins, cette fois, une petite quantité d'hydrogène arsénié, reconnaissable à l'odeur.

Acide arsénique.....	40,76;
Oxide de fer.....	41,54;
Eau.....	19,09.
	101,39.

On voit aisément que le résultat de l'analyse ne peut s'accorder avec aucune autre formule que celle-ci. Le minéral du Brésil est un sel neutre de l'oxidule, dans lequel les $\frac{2}{3}$ de la base ont pris un degré plus haut d'oxidation, et celui de Cornouailles est le sous-sel de l'oxidule le plus ordinaire, dans lequel les $\frac{2}{3}$ de la base se sont transformés en oxide. Dans l'un comme dans l'autre de ces deux minéraux, la quantité d'eau est la même relativement à l'oxidule de fer, de même que dans le phosphate de fer de Bodemais.

4. *Chabasie de Ferroé.*

Je n'aurais pas donné ici l'analyse de ce minéral, s'il ne m'eût pas été communiqué sous le nom de Levyine, par un savant, de la part duquel on ne peut pas soupçonner une erreur. En outre, ce minéral avait tant de ressemblance avec celui que j'ai appelé *Mesoline* et qui accompagne la Tessellite de Ferroé, que j'étais même par cette raison intéressé à le connaître plus exactement. Au reste, il avait une texture cristalline, et partout où l'on pouvait reconnaître un angle, c'était celui de la chabasie.

a. Chauffé jusqu'au rouge, le minéral donna de l'eau pure et éprouva une perte de 19,3 p. c. de son poids.

b. Je fis dissoudre 1 gr. du minéral dans de l'acide hydrochlorique. La décomposition eut lieu avec facilité, et il resta 0,48 gr. de silice.

c. Le liquide séparé de la silice donna avec l'ammoniaque de l'alumine, qui, calcinée, pesait 0,202 gr. Je fis dissoudre cette alumine dans de l'acide hydrochlorique, je précipitai ensuite par de la potasse caustique mise en excès; il resta 0,002 gr. de magnésie.

d. Le liquide d'où l'alumine avait été séparée donna avec l'oxalate d'ammoniaque un précipité, qui, après la calcination, = 0,148 gr. de carbonate de chaux, ou 0,0835 de chaux.

e. Je fis évaporer à siccité le liquide précipité par l'oxalate d'ammoniaque, et je chauffai la masse saline jusqu'à la volatilisation des sels ammoniacaux. Il resta 0,06 gr. de chlorure de potassium et de sodium. En dissolvant ce chlorure dans de l'eau, j'obtins encore 0,002 gr. de magnésie. La solution déposa pendant l'évaporation des cristaux cubiques. Je la mêlai avec de l'hydrochlorate de platine; je fis évaporer ce mélange à siccité; en dissolvant ensuite la masse dans de l'alcool, j'obtins un résidu de 0,021 gr. de chlorure double de potassium et de platine, correspondant à 0,0041 gr. de potasse, ou à 0,00645 de chlorure de potassium. En retranchant du poids total du sel cette dernière quantité, plus 0,002 gr. de magnésie, il resta pour le poids du chlorure de sodium 0,0516 = 0,0275 de soude.

L'analyse a donné :

Silice.....	48,00	contient d'oxigène		24,96;
Alumine....	20,00			9,34;
Chaux.....	8,35		2,35	3,25.
Magnésie....	0,40		0,13	
Potasse.....	0,41		0,07	
Soude.....	2,75		0,70	
Eau.....	19,30			17,16.
	99,21.			

Ce résultat s'accorde parfaitement avec les proportions de la composition de la chabasie, savoir :

$$\left.\begin{matrix} C \\ N \\ K \end{matrix}\right\} S^2 + 3\,As^2 + 6\,Aq.$$

Pour faire mieux connaître cet accord, je vais rassembler ici les résultats des analyses jusqu'ici faites de la chabasie, en rappelant ce que j'ai dit par rapport à l'analyse précédente, dans mon système des minéraux classés suivant la partie constituante la plus électro-négative (p. 115).

	Chabasie de Ferroé (1).	Chabasie d'Ecosse (2).	Chabasie de Gustafsberg (3).	Mesoline (4).
Silice....	48,30	49,17	50,65	47,5
Alumine.	19,28	18,90	17,90	21,4
Chaux...	8,70	.....	9,73	7,9
Soude.....		12,19	.....	4,8
Potasse...	2,50	.....	1,70	...
Eau.....	20,00	19,73	19,50	18,19
	98,86	99,99	99,48	99,79

Pour ces dernières, je regarde comme certain qu'une séparation moins parfaite des minéraux, qui accompa-

(1) Elle me fut donnée par M. Haüy comme un prototype de la chabasie. Analysée par M. Arfwedson. *Rapport de l'Académie des Sciences*, 1822, p. 155.

(2) *Loc. cit.* La soude, dans cette espèce, contient un peu de potasse.

(3) *Afhandl. i Fysik, Kemi, etc.*, t. VI, p. 193.

(4) *Rapport de l'Académie des Sciences*, 1822, p. 155.

gnent les chabasies, a occasioné les petites différences dans les analyses, d'où il résulte que la mesoline ne doit être regardée que comme une espèce de chabasie, ce qu'en outre on peut voir à sa texture grenue.

Note *occasionée par celle de M.* Gay-Lussac *sur le calorique du vide* (1).

Par Mr P. Prevost.

Je rappellerai sommairement l'expérience dont M. Gay-Lussac rend compte dans la Note à laquelle celle-ci se rapporte.

L'appareil est celui du baromètre de Torricelli. Un tube cylindrique, fermé en haut, ouvert en bas, plonge dans le mercure d'une cuvette. On vide d'air la partie du tube qui s'élève au-dessus de la hauteur barométrique du mercure. Puis, par un procédé commode, on accourcit ou on allonge à volonté cette partie vide. Un thermomètre très-sensible, placé dans cet espace privé de toute matière pondérable, tandis que l'on en changeait brusquement le volume, n'a point été sensiblement affecté.

L'auteur en conclut que « le vide ne contient pas du » calorique à la manière des corps. » Il s'explique et dit que « l'on ne peut y concevoir que du calorique en » mouvement, que du calorique que les corps s'en- » voient mutuellement; tout comme dans un espace » vide éclairé par une bougie, on ne conçoit d'autre » lumière que celle qui le traverse instantanément (2). »

---

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.*, t. XIII, p. 304. (Mars 1820.)
(2) *Idem*, p. 307.

Et l'expérience et le raisonnement que je viens de rapporter me semblent très-propres à éclairer le sujet que l'auteur avait en vue, la nature du calorique qui existe dans le vide. Ce qui suit me semble demander un examen plus réfléchi. Il s'agit d'une autre expérience.

« Lorsqu'un corps échauffé est plongé dans un espace » vide, le calorique prend à l'instant, dans cet espace, » le maximum d'intensité qu'il doit avoir; résultat qui » exige que le vide n'ait besoin que d'une quantité de » chaleur infiniment petite pour se mettre en équilibre » avec le corps.

» Ainsi il doit paraître évident que le vide ne contient » d'autre chaleur que celle qui le traverse instantané- » ment sous la forme de chaleur rayonnante; et que la » quantité en est *infiniment petite* et ne peut être appré- » ciée par les instrumens (1). »

De ces deux conséquences, j'adopte l'une sans discussion; mais je ne puis en user de même à l'égard de l'autre.

En concluant du rétablissement instantané d'équilibre (du corps placé dans l'espace vide avec tous les corps environnans), que la chaleur rayonnante du vide est infiniment petite, on fait, si je ne me trompe, une abstraction qui n'est pas autorisée; on néglige l'*élément du temps*. Nous ignorons quelle est la rapidité du calorique rayonnant. Elle est sans doute fort grande; peut-être égale à celle de la lumière. Mais une vitesse beaucoup moindre peut suffire à expliquer l'instantanéité *apparente* du rétablissement de l'équilibre en question, quelle que soit l'intensité du rayonnement. La succession des trans-

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XIII, p. 308.

missions du calorique, nécessaire pour le rétablissement de l'équilibre, s'exécute en une suite d'instans, dont la somme est elle-même pour nous un seul instant indivisible.

Présentons (seulement par forme d'exemple) la loi admise entre certaines limites (que les différences diminuent en progression géométrique, quand les temps croissent en progression arithmétique). Donnons au calorique une vitesse de cinq ou six millions de lieues par seconde (ou de mille, ou de dix seulement). Nous aurons de suite le temps requis pour une seule transmission élémentaire à la distance de quelques pouces ou de quelques pieds (à la distance des corps environnans). Mais l'intensité de chacune des transmissions élémentaires et le temps qui sépare deux de ces transmissions (immédiatement consécutives) sont des quantités indéterminées. Et en attendant que de nouvelles expériences les déterminent, ou dans leurs rapports ou d'une manière absolue, on ne peut les envisager comme infiniment petites, uniquement parce que l'équilibre est rétabli par ce rayonnement d'une manière très-rapide. Si d'autres faits portent à croire qu'il n'est en effet qu'une partie aliquote assez petite de la chaleur interne des corps d'où il émane, c'est ce qu'il n'est pas question de discuter en ce moment.

Revenons maintenant sur la première conséquence que nous avons adoptée ci-dessus sans discussion, c'est-à-dire, sur le fait bien établi que le vide ne contient que de la chaleur rayonnante. Suivons les mouvemens de cette chaleur dans l'expérience qui nous a conduits à reconnaître ce fait remarquable. Ce sera en quelque manière un simple développement de la proposition qui l'énonce; mais il servira peut-être à montrer en détail la

conformité du résultat de l'expérience avec la théorie du rayonnement.

Dans le cylindre droit où le thermomètre est placé, il est exposé à deux espèces de rayonnemens (comme réciproquement il rayonne sur des corps placés en deux espèces de situations par rapport à lui), le rayonnement des bases et celui de la surface courbe. Lorsque le mercure monte ou descend dans le cylindre, il n'y a pas de raison pour que les émanations calorifiques des bases augmentent ou diminuent; et quant aux émanations de la surface courbe, les unes demeurent les mêmes, les autres sont brusquement supprimées, précisément comme l'espace dans lequel elles rayonnaient. Il n'y a donc lieu à aucun changement dans la température de l'espace restant.

On n'objectera pas que quelques rayons ont dû être emprisonnés et en quelque sorte poussés par le mercure ascendant, savoir : ceux qui rayonnaient dans l'espace supprimé, avant que ce métal montât dans le tube. A chaque mouvement ascensionnel infiniment petit, les rayons infiniment rapides s'éteignent ou disparaissent, comme ceux de la lumière d'une bougie que l'on masque par un écran. C'est ce qui paraîtra plus sensible encore, si l'on conçoit ces rayons comme composés de molécules entr'écartées et qui, sur un même filet, se suivent à des distances fort grandes relativement aux dimensions de chacune d'elles. Ce cas ne peut être assimilé à celui d'un corps imprégné de calorique, qui subit brusquement un changement de volume.

Note *sur quelques Composés nouveaux, extraite d'une Lettre de M.* Dumas *à M.* Arago.

J'ai fait, dans ces derniers temps, quelques observations que mes occupations ne m'ont point encore permis de développer convenablement, et comme elles sont principalement destinées à éclaircir plusieurs points de théorie qui exigent des expériences délicates, je n'espère point pouvoir les publier d'ici à quelque temps. Le fond de mon travail a pour but d'arriver à la détermination du poids de l'atome de chaque corps, par la densité de sa vapeur. On l'a déjà fait pour quelques-uns. Je viens de publier des recherches sur le phosphore qui établissent la densité de sa vapeur, et j'ai fait une série d'expériences analogues pour l'arsenic. Je vous remettrai bientôt des résultats du même genre déduits de la densité et de la composition des corps suivans : *acide fluo-borique ; — fluo-silicique ; — bi-chlorure d'étain ; — chlorure d'arsenic ; — chlorure d'antimoine ; — proto-chlorure de phosphore ; — hydrogène telluré ; — hydrogène sélénié.* J'ai soumis tous ces corps à un nouvel examen. Je désirais faire rentrer dans mon travail un assez grand nombre de métaux, mais j'ai été bientôt arrêté par la difficulté de rencontrer des corps volatils parmi les combinaisons métalliques connues. J'ai cherché si la grande tendance du fluor à former des combinaisons gazeuses ne lui donnerait pas la propriété de gazéifier des métaux. Pour produire ces nouveaux composés, j'ai traité le fluorure de mercure ou de plomb par des corps plus positifs que ces métaux, ou bien j'ai mis en contact l'acide fluorique naissant

avec les oxides des corps que je voulais combiner au radical fluorique. Dès mes premiers essais, j'obtins des gaz qui renfermaient beaucoup de fluor et d'arsenic, de fluor et d'étain, de fluor et d'antimoine, etc. Mais je ne tardai point à m'apercevoir que ces gaz étaient de simples mélanges d'acide fluorique silicé ordinaire et d'un fluorure métallique à l'état de vapeur. En effet, je me procurai le fluorure d'arsenic sous forme liquide. Il ressemble tout-à-fait à la liqueur fumante de Libavius. Il fume à l'air, il est très-volatil, plus pesant que l'eau, se transforme en agissant sur l'eau en acide fluorique et en acide arsénieux; attaque à peine le verre, et peut se conserver long-temps dans un flacon de cette matière, mais exerce sur la peau une action qui ne peut se comparer qu'à celle de l'acide fluorique lui-même. Si l'on en met une petite goutte sur la peau, bien qu'elle se volatilise presque toute entière à l'instant en produisant du froid comme l'éther sulfurique, la partie touchée se trouve profondément brûlée et devient le siége d'une suppuration lente et difficile à cicatriser. Sa vapeur produit des effets analogues et développe sous les ongles ces douleurs si particulières que M. Davy ressentit après s'être exposé aux vapeurs de l'acide fluorique concentré. M'étant blessé en recueillant une certaine quantité de ce produit, j'ai été forcé d'attendre la cicatrisation de la brûlure avant d'étudier ses propriétés. Je puis dire toutefois que la densité de sa vapeur est au moins quatre fois plus grande que celle de l'air d'après un premier essai que j'ai fait, et l'on conçoit que la découverte de ce corps me fournit le moyen de connaître la densité du fluor, et par suite celle du bore et celle du

silicium, connaissant déjà la densité de la vapeur d'arsenic.

Le fluorure d'antimoine est solide à la température ordinaire ; il est d'un blanc de neige, plus volatil que l'acide sulfurique, mais moins que l'eau. Sa composition correspond au protoxide d'antimoine et au beurre d'antimoine.

Le fluorure de phosphore est un liquide blanc très-fumant, qui s'obtient très-aisément et en abondance en traitant le fluorure de plomb par le phosphore. Sa composition correspond au proto-chlorure de phosphore. On obtient de même le fluorure de soufre. Ce sont des composés de même genre que M. Unverdorben vient d'obtenir en traitant le chromate de plomb par l'acide sulfurique et le fluate de chaux ou le sel marin. Il a cru, comme je l'avais pensé d'abord, que ces composés étaient des gaz permanens ; mais il n'en est pas ainsi.

Le chlorure de chrôme correspondant à l'acide chromique tel qu'on l'obtient par son procédé, est un liquide d'une magnifique couleur rouge de sang, plus pesant que l'eau, très-volatil, fumant à l'air, d'une couleur analogue à celle de l'acide nitreux lorsqu'il est en vapeur. Ce corps attaque vivement le mercure ; il agit sur le soufre avec énergie en produisant un sifflement ; avec le phosphore il détonne, et l'action est accompagnée de chaleur et de lumière même en opérant sur une petite goutte du liquide et sur un fragment de phosphore gros comme une tête d'épingle ; il paraît sans action sur le charbon, mais il dissout l'iode. Il absorbe aussi le chlore et devient alors pâteux et presque solide. Cette nouvelle matière est brune, elle perd son excès de chlore

en se dissolvant dans l'eau, et l'action s'opère avec décrépitation. Elle répand dans l'air d'épaisses fumées rutilantes, dont l'odeur a quelque chose de particulier qui se rapproche beaucoup de l'odeur de l'iode.

Dans l'expérience de M. Unverdorben, il se dégage à la fois la nouvelle matière rouge en vapeur, du chlore et de l'acide hydrochlorique. En faisant passer les produits au travers d'un tube refroidi, le chlorure de chrôme se condense tout entier.

Ces essais laissent beaucoup à désirer ; mais toutefois, comme l'existence de quelques fluorures métalliques, semblables, par leur composition et leurs propriétés, aux chlorures correspondans, met hors de doute la réalité de l'hypothèse proposée par M. Ampère sur la nature du radical fluorique, j'espère que les chimistes voudront bien me pardonner cette communication anticipée.

Permettez-moi d'ajouter un mot sur une nouvelle combinaison du bore. Un mélange de borax et de charbon mis en contact à la chaleur rouge avec le chlore sec, donne en abondance du chlorure de bore. C'est un gaz très-fumant et très-soluble dans l'eau. Je m'en servirai pour l'analyse de l'acide borique ; car, en décomposant l'eau, il donne de l'acide hydrochlorique et de l'acide borique. Mais sa propriété la plus précieuse jusqu'à présent, c'est de donner naissance à un hydrate solide, susceptible d'être réduit par l'hydrogène à la chaleur de la lampe à alcool. Il se transforme en acide hydrochlorique et en bore, dont on peut se procurer ainsi de grandes quantités.

Paris, 6 mai 1826.

NOTE *extraite d'un Mémoire sur un mode de traitement du cuivre argentifère, applicable à l'affinage des monnaies à bas titre ; par M.* Serbat, *ancien Préparateur de M.* Thenard, *Essayeur particulier du Directeur de la Monnaie de Paris.*

CE nouveau procédé d'affinage est principalement fondé sur la propriété que possède le sulfate d'argent, de se réduire par le contact de la chaleur en acide sulfureux, en oxigène et en métal, tandis que le sulfate de cuivre, d'ailleurs beaucoup plus stable que le précédent, ne laisse pour résidu de la calcination que de l'oxide.

On peut l'employer avec avantage, toutes les fois qu'on trouve dans le commerce une grande quantité de matières à bas titre.

Voici en quoi il consiste.

L'on commence par faire chauffer dans une moufle de fonte l'alliage que l'on veut affiner, et lorsqu'il est suffisamment chaud on le divise en le frappant avec un ringard : la poudre qui en résulte est criblée à l'aide d'un bluteau dont le tissu est en fil métallique, afin de séparer les plus gros fragmens ; elle est ensuite portée dans une autre moufle de fonte, placée dans un fourneau à réverbère et chauffée au rouge brun. Après y avoir étendu la matière en couches minces, on y projette 25 pour 100 de soufre, et l'on remue avec un ringard de manière à mettre successivement en contact avec le soufre toutes les portions de métal. La combinaison s'effectue presqu'instantanément avec dégagement de calorique et de lumière, et

lorsqu'elle est terminée, ce que l'on reconnaît aisément à ce que la masse cesse alors d'être incandescente, on retire les sulfures formés et on les projette dans des vases de bois remplis d'eau; les sulfures refroidis sont repris et divisés complètement à l'aide de forts pilons ou de meules, et tamisés sous l'eau. La poudre qui en résulte est portée dans la partie la moins échauffée d'une grande moufle de fonte placée dans un fourneau à réverbère; on l'agite pour renouveler les surfaces, on y projette par portions un mélange d'eau et d'acide nitrique, dans la proportion de 2 kil. d'acide pour 12 kil. d'eau, le tout pour 100 kil. d'alliage; de là, formation de sulfates, dégagement d'acides nitreux et sulfureux, que l'on dirige au moyen de conduits dans des chambres de plomb où ils sont condensés, par des injections souvent répétées de vapeurs d'eau, et convertis en acide sulfurique qui est employé dans les opérations subséquentes.

La matière est successivement rapprochée du foyer et portée peu à peu jusqu'à la température rouge; on la maintient pendant environ quatre heures à cette température. Le sulfate d'argent se convertit en acide sulfureux, oxigène et métal, et le sulfate de cuivre en acide sulfureux, oxigène et oxide. L'argent métallique, l'oxide d'argent, quelque peu de sulfates et de sulfures non-décomposés forment le résidu; on retire ces matières de la moufle, on les laisse refroidir en partie, et on les projette dans une chaudière de plomb contenant de l'acide sulfurique faible que l'on a échauffé d'avance en y faisant arriver à l'état de vapeur l'eau destinée à l'étendre; dans cette opération, l'oxide de cuivre ainsi que les sulfates non-décomposés se dissolvent, et l'argent métal-

lique non-attaquable par l'acide sulfurique faible, se rassemble au fond du vase; il n'a plus besoin que d'être lavé, séché, fondu et coulé en lingots.

Les liqueurs décantées à l'aide d'un siphon, sont évaporées dans des chaudières en plomb et mises à refroidir dans des cristallisoirs de même métal, où le sulfate de cuivre se dépose en cristaux plus ou moins réguliers.

Toutefois en procédant à l'évaporation des liqueurs, il est essentiel de s'assurer si elles ne contiennent pas de l'argent en dissolution; que les réactifs en décèlent ou non, il est bon de mettre au fond des chaudières des plaques de cuivre sur lesquelles il se précipiterait.

Ce procédé pour lequel j'ai pris un brevet en 1824, a été employé avec succès à la Monnaie de Paris et dans un autre établissement de cette ville, à une époque où les matières à bas titre étaient très-abondantes dans le commerce, et par son économie et sa rapidité il offre de grands avantages sur ceux qu'on avait jusqu'alors mis en usage.

On peut l'employer, en lui faisant subir quelques modifications, au traitement des mines de cuivre argentifère.

Analyse *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 6 *mars* 1826.

Le Ministre de l'Intérieur invite l'Académie à lui présenter un candidat pour la place de professeur-

adjoint à l'Ecole de Pharmacie, vacante par la démission de M. Henri.

Le Ministre de la Marine réclame les instructions qu'il a déjà demandées pour l'expédition de M. Durville.

M. Civiale se plaint des assertions présentées dans la dernière séance de février, au sujet de sa méthode opératoire, par MM. Leroi et Souberbielle.

M. Laignel présente une machine propre, suivant lui, à remonter les rivières.

M. Arago rend compte des expériences que Mme Somerville a faites sur l'aimantation à l'aide de la lumière solaire. (*Voyez* plus haut.)

M. de Montlivault lit un Mémoire cosmologique sur la cause et la nature des mouvemens célestes.

MM. Bosc et Duméril rendent un compte favorable des Recherches de MM. Quoy et Gaymard sur les zoophytes corraligènes.

M. Dupetit-Thouars présente de nouvelles Considérations sur l'huile que M. Granier propose d'extraire des graines du cornouiller sanguin.

Séance du lundi 13 *mars.*

Le Ministre de l'Intérieur envoie un Mémoire concernant les paragrêles, rédigé par la Société d'Agriculture du département du Rhône, et invite l'Académie à lui faire connaître son opinion sur ce qu'on peut espérer de ces appareils.

M. Ramond lit un Mémoire sur la Météorologie du Pic du Midi.

M. Mathieu fait un rapport sur les Recherches rela-

tives au système du monde de M. le comte Zuylen de Nievelt. M. de Zuylen ne croit ni à l'attraction ni même aux lois de Kepler ; mais le système et les lois par lesquels il essaie de les remplacer ne méritent aucune attention.

M. Becquerel lit le Mémoire qui fait partie de ce Cahier.

MM. Fourier, Ampère et Cauchy font un rapport sur un Mémoire de M. Guillaume Libri, de Florence, concernant la théorie des nombres ; voici quelles sont les conclusions : « Les commissaires pensent que ce Mémoire » fournit de nouvelles preuves de l'esprit d'invention » qui distingue les premiers travaux de M. Libri, qu'il » mérite d'être approuvé et inséré dans le *Recueil des* » *Savans étrangers.* » Ces conclusions ont été adoptées par l'Académie.

M. Garnier lit un Mémoire sur un nouvel Echappement libre et à remontoir et sur une nouvelle compensation.

M. Beaujeu communique un Mémoire intitulé : *Observations sur la Fabrication du sucre de betteraves.*

Séance du lundi 20 *mars.*

M. Cauchy dépose un Mémoire sur la résultante et la projection de plusieurs forces appliquées en un même point ; M. Malmenaide adresse un Mémoire intitulé : *Table des surfaces planes.*

M. le Dr Barry communique la suite de ses Recherches sur l'absorption extérieure et le mouvement du sang dans les veines.

Le secrétaire donne lecture de deux Mémoires : l'un, de M. Masuyer de Strasbourg, est relatif à l'emploi du chlore pour la désinfection ; l'autre, de M. Paul Laurent, peintre, traite d'une nouvelle manière de dessiner au trait sur la pierre.

La Section de Chimie présente pour candidats à la place de professeur-adjoint de l'Ecole de Pharmacie, MM. Bussy, Guibourt et Chevallier. Elle expose les titres de ces chimistes ; l'élection aura lieu dans la prochaine séance.

Formation *d'une Matière solide particulière dans l'huile essentielle de térébenthine exposée au contact de l'air.*

Par MM. Boissenot et Persot.

En distillant une certaine quantité d'essence de térébenthine qui était restée long-temps exposée au contact de l'air, MM. Boissenot et Persot ont obtenu, principalement à la fin de l'opération, une certaine quantité d'un liquide aqueux, très-acide, plus pesant que l'huile essentielle de térébenthine. Ce liquide renfermait de l'acide acétique et une substance particulière, volatile, que l'on est parvenu à séparer du liquide acide en exposant ce dernier, pendant quelques jours, à un froid de 7° au-dessous de zéro. On a obtenu une assez grande quantité de cristaux incolores, parfaitement transparens, en prismes rectangulaires groupés le plus ordinairement par leur base, au nombre de cinq à six. Ils

n'ont aucune espèce d'odeur ou de saveur, se fondent à 150°, et se volatilisent sans décomposition entre 150 et 155°; projetés sur les charbons incandescens, ils se fondent et se volatilisent sans s'enflammer. L'eau froide ne les dissout pas sensiblement ; l'eau bouillante les dissout au contraire en très-grande proportion. Il en est de même de l'éther. Ces diverses dissolutions n'ont aucun caractère acide ou alcalin.

L'acide nitrique très-concentré les dissout à froid sans les altérer; à chaud, il les décompose. L'acide sulfurique concentré les dissout aisément, et acquiert une belle teinte rouge assez foncée ; en étendant d'eau la liqueur acide, elle se trouble et laisse précipiter une matière résinoïde tout-à-fait différente de la matière employée.

L'acide acétique dissout aisément les cristaux, même à froid; l'acide hydrochlorique ne les dissout bien qu'à l'aide de la chaleur.

Les dissolutions concentrées de potasse et de soude ne paraissent agir en aucune manière sur eux ; mais elles les dissolvent quand elles sont étendues, sans doute en raison de l'eau qu'elles contiennent. La décomposition par le feu n'a fait connaître au nombre de leurs élémens que le carbone, l'oxigène et l'hydrogène.

La substance cristalline n'existe point dans l'essence de térébenthine récemment distillée ; elle est le résultat de son altération par l'air. Il serait intéressant de savoir si elle est aussi produite par d'autres huiles essentielles : MM. Boissenot et Persot doivent en faire un objet de recherches.

(*Journal de Pharmacie.*)

OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES. *Avril* 1826.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	MIDI. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	3 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	9 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	THERMOMÈTRE. maxim.	minim.	ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
1	768,40	+ 6,0		767,80	+ 9,4		766,58	+ 8,7		765,92	+ 3,7		+ 9.4	— 1,0	Petits nuages.	N. E.
2	765,13	+ 8,8		764,54	+11,3		763,22	+11,8		763,84	+ 9,8		+12,0	+ 2,0	Très-nuageux.	O.
3	764,13	+11,1		764,05	+13,5		763.50	+14,0		765,00	+10,7		+14,0	+ 9,0	Petite pluie.	O.
4	764,75	+10,5		764,40	+11,8		763,58	+11,8		763,10	+10,3		+11,8	+ 9,5	Couvert.	O.
5	762,06	+10,2		761,88	+11,2		761,32	+11,0		762,25	+ 9,7		+11,5	+ 8,7	Couvert	O. N. O.
6	763,77	+12,3		763,52	+15,0		762,77	+15,5		763,44	+11,6		+15,5	+ 7,4	Couvert.	O.
7	764,09	+14,0		763,30	+15.9		763,00	+17,4		763,72	+13,4		+17,5	+ 7,0	Nuageux.	O. N. O.
8	762,24	+14,8		761,12	+18,8		759,46	+18,8		757,86	+13,8		+18,8	+ 7,2	Couvert.	E.
9	754,73	+16,2		754,38	+19,0		753,80	+20,0		755.08	+17,0		+20,0	+ 6,0	Beau.	S. O.
10	758,80	+12,3		759,36	+14,8		759,35	+15,3		760,43	+ 9,5		+15,3	+ 8,8	Très-nuageux.	O. S. O.
11	758,90	+13,2		758,44	+15,5		757,78	+15,5		756,88	+12,2		+15,5	+ 9,7	Couvert.	S O.
12	746,90	+ 9,5		743,34	+10,0		742,66	+11,3		745,55	+10,0		+11,3	+ 9,5	Pluie	S. O. très-fort.
13	758,24	+10,4		760,00	+11,5		761,42	+11,9		763,45	+ 7,0		+11,9	+ 7,0	Très-nuageux.	N. N. O. fort.
14	765,62	+12,3		766,05	+16,0		765,84	+17,5		766,48	+11,3		+17,5	+ 9,0	Couvert.	N. O.
15	767,25	+11,9		766,42	+15,5		765,73	+15,6		764,98	+12,2		+15,6	+ 9,5	Couvert.	O. S. O.
16	763,20	+10,5		762,40	+14,0		761,76	+13,3		762.47	+ 9,0		+14,0	+ 9,0	Couvert.	O.
17	763,95	+ 8,7		763,50	+12,2		762,64	+13,7		762,75	+ 9,5		+13,8	+ 4,0	Nuageux.	N. E.
18	763,37	+11,5		762,97	+12,3		761,90	+13.1		762,00	+10,0		+13,1	+ 4,8	Beau.	N. N. E.
19	760,93	+12,2		759,80	+15,1		758,14	+15,7		756,48	+12,2		+15,8	+ 4 8	Légers nuages.	E. N. E.
20	752,90	+14,1		752,07	+18,0		751,85	+16,0		751,60	+10,0		+18,0	+ 7.8	Nuages.	S. S. O.
21	750.20	+16,5		749,50	+22,7		748,64	+23,2		748,94	+16,0		+23,2	+ 6,0	Nuageux.	S. S. E. fort.
22	749,33	+16,3		749,23	+21,0		748,90	+20,3		749,62	+13,5		+21,0	+ 9,5	Couvert.	S. S. E.
23	750,48	+14,0		750,26	+17,2		750,50	+15,7		751,82	+ 7,2		+17,6	+ 7,2	Couvert.	O. faible.
24	753,70	+ 9,0		753,53	+11,3		753,40	+11,8		754,80	+ 8,1		+12,6	+ 7,0	Très-vaporeux.	N. fort.
25	756,50	+ 9,4		755 95	+11,5		755,86	+ 6,6		755,78	+ 6,5		+11,5	+ 3,7	Couvert.	N. O.
26	750,32	+ 7,3		748,42	+ 9,1		748,63	+ 8,5		749,09	+ 7,0		+ 9,3	+ 5,0	Couvert.	O. N O. fort.
27	743,10	+ 8,1		741,65	+11,5		741,60	+11,0		744,10	+ 6,0		+11,5	+ 5,8	Couv., gout. d'eau.	N. O.
28	751.80	+ 5,4		752,50	+ 6,8		753,50	+ 5,0		755,09	+ 1,0		+ 6,8	+ 1,0	Quelq. pet. éclaire.	N. N. O. fort.
29	756,95	+ 7,6		757,44	+ 4,3		757,24	+ 7,3		759,40	+ 4,3		+ 7,2	+ 0,9	Pluie, gres. par mom.	O N. O.
30	760,84	+ 8,5		761,08	+10,6		760,52	+10,8		761,78	+ 6,5		+10,8	+ 1 3	Quelques éclaircies.	N.
1	762,81	+11,6		762,43	+14,1		761,66	+14,4		762,06	+10,9		+14,6	+ 6,5	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	760,13	+11,4		759,50	+14,0		758,97	+14,4		759,26	+10,3		+14,6	+ 7,5	Moyenn. du 11 au 20	Cour, 3,490
3	752,32	+10,2		751,96	+12,6		751,88	+12,0		753,04	+ 9,6		+13,1	+ 4,7	Moyenn. du 21 au 30.	Terrasse, 2,870
	758,42	+11,1		757,96	+13,6		757,50	+13,6		758,12	+ 9,6		+14,1	+ 6,2	Moyennes du mois,	+ 10°,2.

Fig. 1.

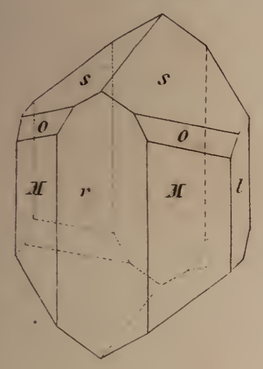


Fig. 2.

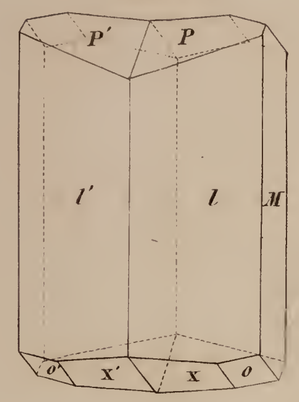


Fig. 3.

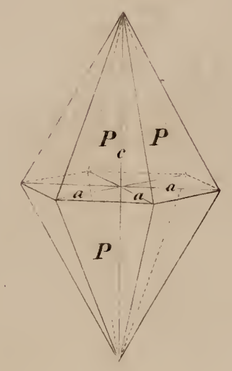


Fig. 4.

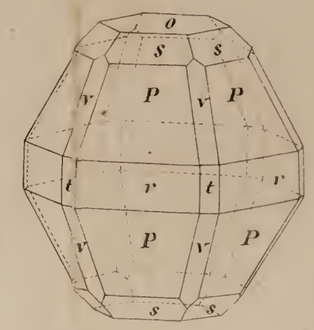


Fig. 5.

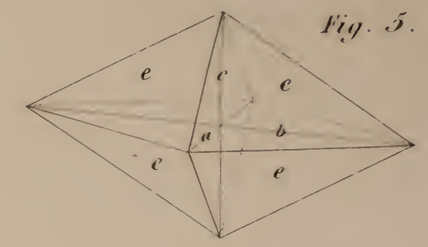


Fig. 12.

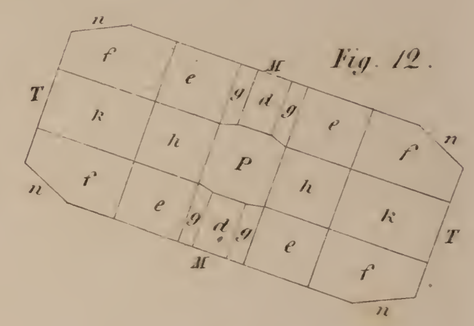


Fig. 6.

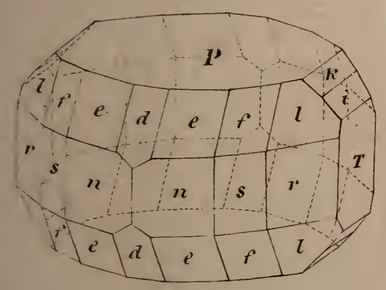


Fig. 8.

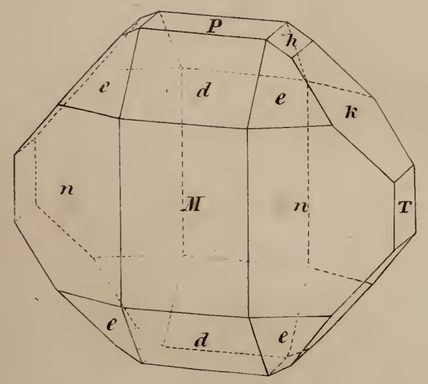


Fig. 10.

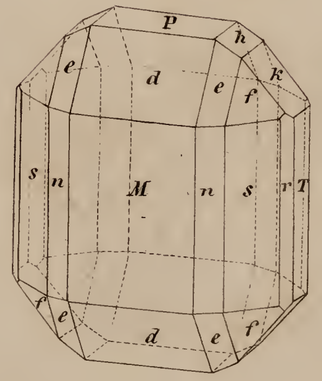


Fig. 13.

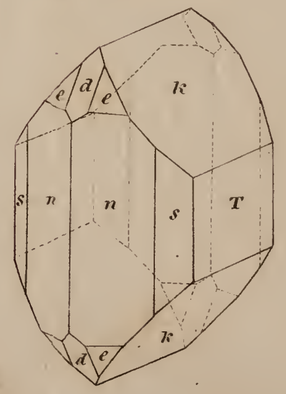


Fig. 15.

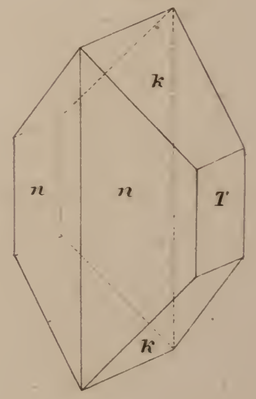


Fig. 7.

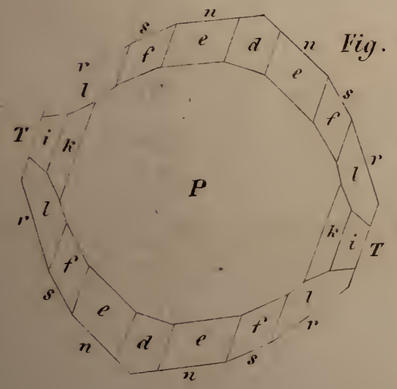


Fig. 9.

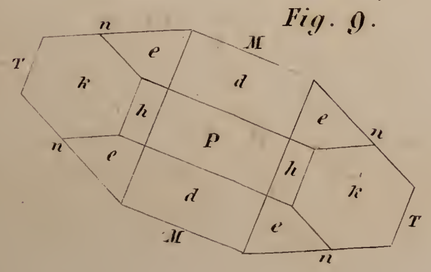


Fig. 11.

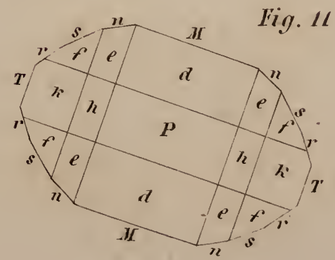


Fig. 14.

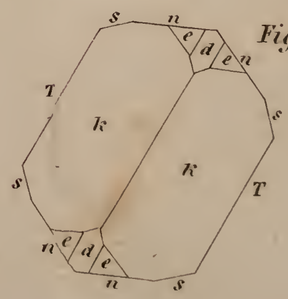
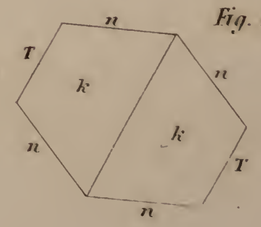
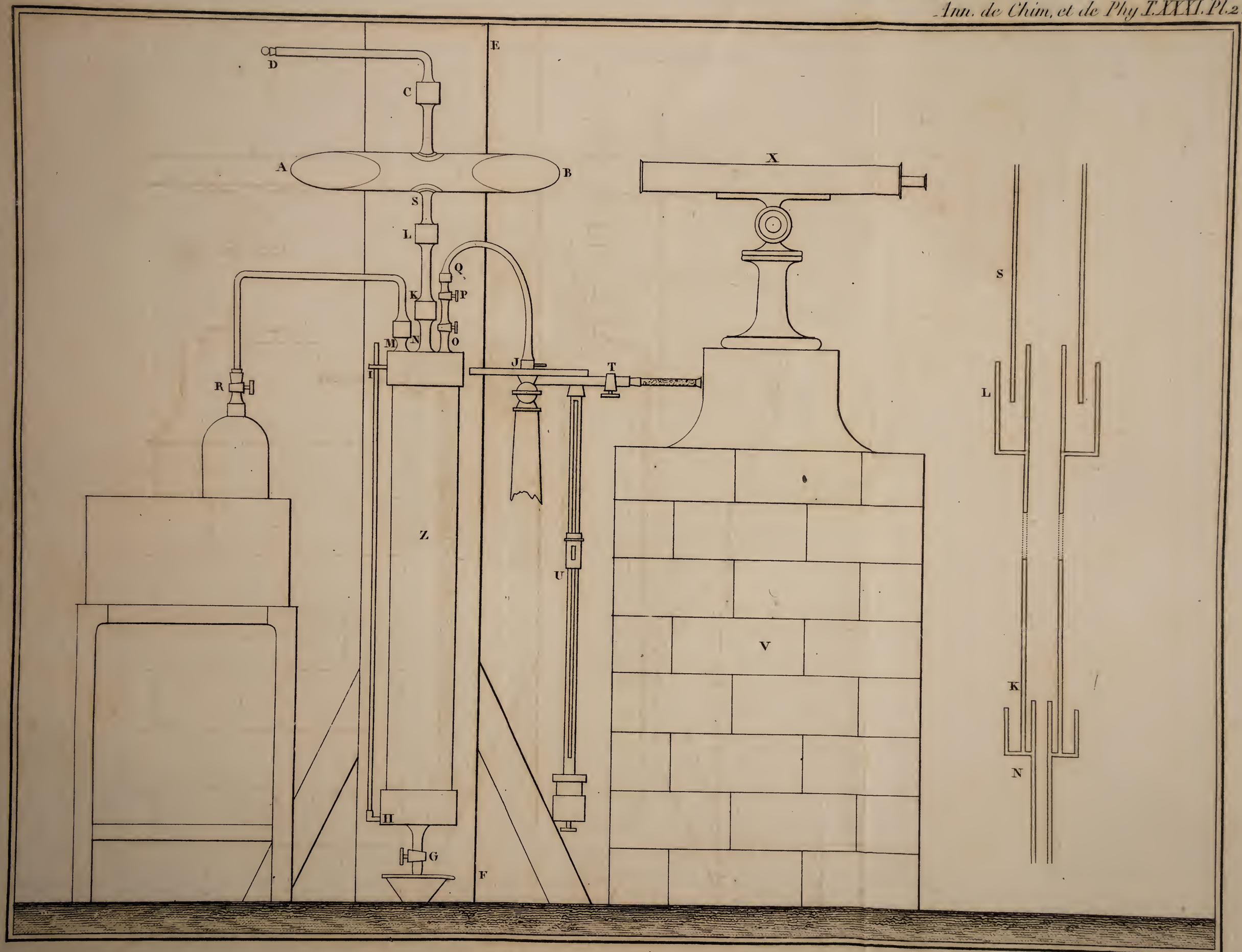


Fig. 16.





Gravé par Adam.

Gaylussite.

Fig. 1.

forme primitive.

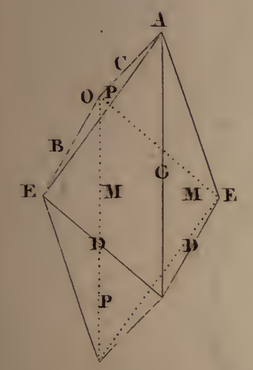


Fig. 2.

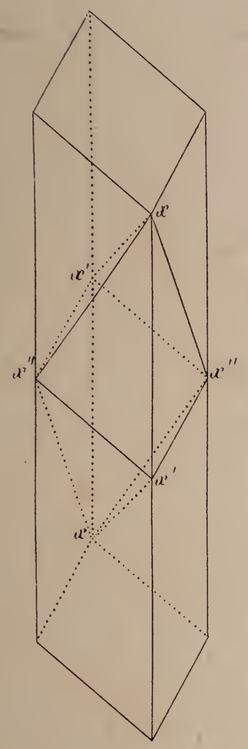


Fig. 3.

forme prim. substituée.

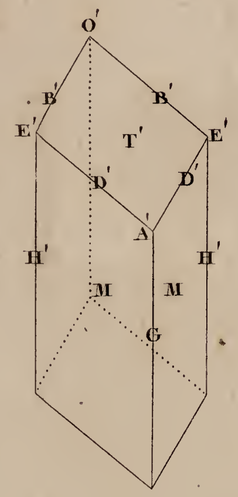


Fig. 4.

variété quadridécimale.

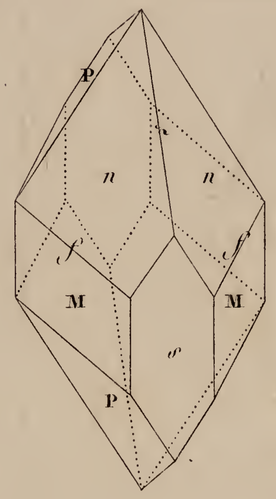


Fig. 5.

variété apophane.

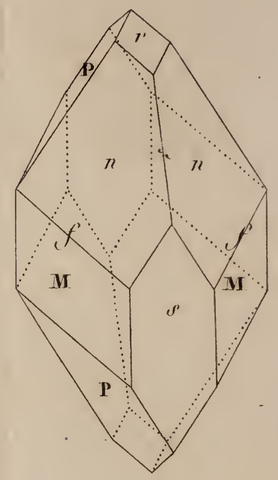


Fig. 6.

variété paradoxale.

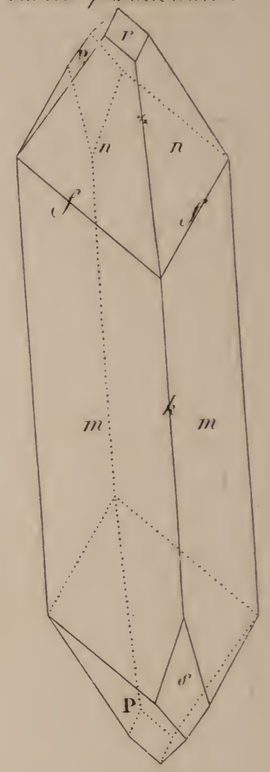


Fig. 1.

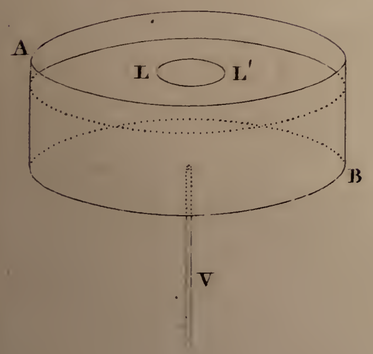


Fig. 2.

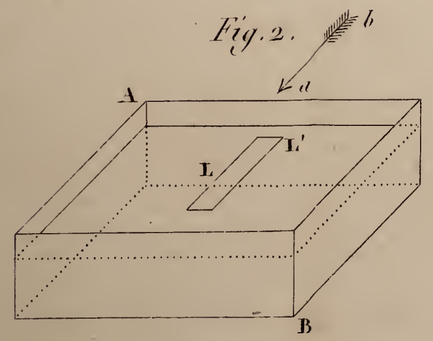


Fig. 3.

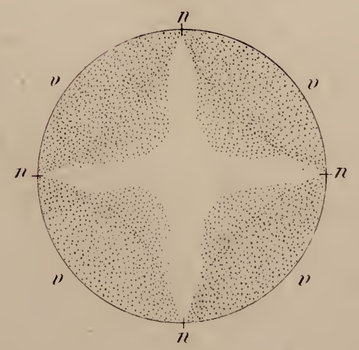


Fig. 4.

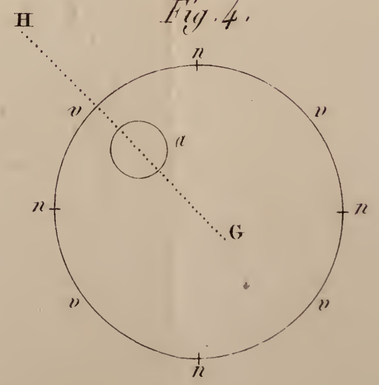
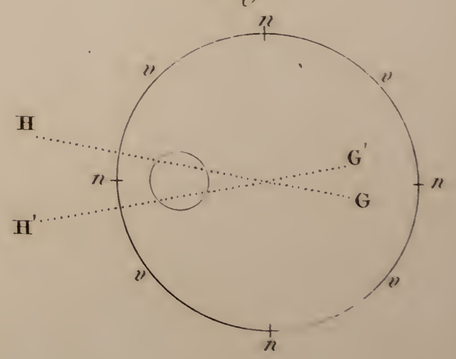


Fig. 5.



Gravé par Adam.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

Des *Changemens dans le système de Minéralogie chimique, qui doivent nécessairement résulter de la propriété que possèdent les corps isomorphes, de se remplacer mutuellement en proportions indéfinies; par M.* J. Berzelius. Page 5

Analyse de la Suie; 37. — *Analyse du Noir de Fumée; par M.* Henri Braconnot. 53

Note sur la Préparation et l'Usage des Pastilles alcalines digestives contenant du bi-carbonate de soude; par M. D'Arcet. 58

Observations sur le Mémoire de M. Robinet *relatif à une nouvelle analyse de l'Opium; par M.* Robiquet. 67

Analyse des Séances de l'Académie royale des Sciences. 75

Forme des Cristaux de l'acide tartrique; par M. Peclet. 78

Sur les Minéraux cristallisés qui se trouvent dans les aérolithes; par M. Gustave Rose. 81

Note sur les Précipitations métalliques; par M. Taillefer. 100

Note sur la Cristallisation des Minéraux; par M. Vincent. 104

Extrait d'une Lettre de M. Baup *aux Rédacteurs sur plusieurs nouvelles Substances.* 108

Lettre de MM. Bourdois *et* Caventou *à M.* Gay-Lussac, *sur la Coloration de quelques substances par les acides.* 109

Observations météorologiques du mois de janvier. 112

Mémoire sur les Combinaisons du Phosphore, et particulièrement sur celles de ce corps avec l'hydrogène; par M. J. Dumas. 113

Recherches sur les Pouvoirs réfringens des fluides élastiques; par M. Dulong. 154

Sur la Classification des substances minérales; par M. F.-S. Beudant. 181

Analyse des Séances de l'Académie royale des Sciences. 206

Seconde Lettre sur les Cavernes à ossemens de Lunel-Vieil, de Saint-Antoine et de Saint-Julien, près de Montpellier (Hérault), adressée à M. Gay-Lussac, *par M.* Marcel de Serres. 212

Lettre de M. Barruel, *préparateur du cours de chimie de la Faculté des Sciences de Paris, à M.* Gay-Lussac, *sur la présence de la strontiane dans le sulfate de baryte.* 219

Note sur une nouvelle Espèce de calcul biliaire trouvée dans les animaux; par M. J.-L. Lassaigne. 220

Action de l'eau sur le verre. 223

Observations météorologiques du mois de février. 224

Suite du Mémoire sur la Classification des substances minérales; par M. F.-S. Beudant. 225

Note de M. le général Treussart *sur la Fabrication des Pouzzolanes ou trass factices.* 243

Nouveau Catalogue des chutes de pierres ou de fer; de

poussières ou de substances molles, sèches ou humides, suivant l'ordre chronologique; par M. E. F. F. Chladni. 253

Analyse d'une nouvelle Substance minérale (la Gay-Lussite); *par M.* J.-B. Boussingault. 270

Sur la Gay-Lussite ou bi-carbonate hydraté de soude et de chaux, récemment découvert dans l'Amérique du Sud, par M. Boussingault; *par M.* L. Cordier. 276

Note sur la Communication des mouvemens vibratoires; par M. Félix Savart. 283

Notice sur la Composition chimique des feldspaths et des serpentines communes; par M. Peschier. 294

Première Note pour servir à l'histoire des Eaux thermales de Vichy, département de l'Allier; par M. D'Arcet. 301

Analyse des Séances de l'Académie royale des Sciences. 319

Analyse d'une Poudre qu'on vend à Paris, aux Bijoutiers, sous le nom de couleur; *par M.* J.-L. Casaseca. 325. — *Note de M.* D'Arcet. 328

Sur la Force des tuyaux de plomb. 330

Titane métallique dans les scories provenant de hauts fourneaux. 331

Globules d'eau dans des Améthystes. Ib.

Cristallisation du Camphre. 332

Note sur une Matière blanche filamenteuse qui se trouve sur de la fonte; par M. Vauquelin. Ib.

Sur l'Acide cyanique. 334

Extrait d'une Lettre de M. Liebig *à M.* Gay-Lussac *sur la présence de l'iode dans les eaux minérales.* 335

Observations météorologiques du mois de mars. 336

Recherches chimiques sur l'Amidon et les diverses substances féculantes du commerce ; par M. J.-B. Caventou. 337

Recherches sur les Effets électriques de contact produits dans les changemens de température, et application qu'on peut en faire à la détermination des hautes températures ; par M. Becquerel. 371

Sur le Pouvoir magnétisant des rayons solaires les plus réfrangibles ; par Mme M. Somerville. 393

Analyse de quelques Minéraux ; par M. J. Berzelius. 400

Note occasionée par celle de M. Gay-Lussac *sur le Calorique du vide ; par M.* Prevost. 429

Note sur quelques Composés nouveaux, extraite d'une Lettre de M. Dumas *à M.* Arago. 433

Note extraite d'un Mémoire sur un mode de traitement du cuivre argentifère, applicable à l'affinage des monnaies à bas titre ; par M. Serbat, *ancien Préparateur de M.* Thenard, *Essayeur particulier du Directeur de la Monnaie de Paris.* 437

Analyse des Séances de l'Acad. roy. des Sciences. 439

Formation d'une matière solide particulière dans l'huile essentielle de térébenthine exposée au contact de l'air ; par MM. Boissenot *et* Persot. 442

Observations météorologiques du mois d'avril. 444

FIN DE LA TABLE DU TRENTE-UNIÈME VOLUME.